L' UNIVERSO

LEZIONI POPOLARI

DI

FILOSOFIA ENCICLOPEDICA

e particolarmente di

ASTRONOMIA

e di

ANTROPOLOGIA

cioè: intorno ai principii fondamentali di tutte le Scienze, ed in particolare intorno al CIELO, ed all'origine e STORIA dell'UOMO.

DATE

NELLE PRINCIPALI CITTÀ D'ITALIA

DA

QUIRICO FILOPANTI

GIÀ PROFESSORE ORDINARIO DI MECCANICA E D'IDRAULICA

POSCIA LIBERO INSEGNANTE DELLE MEDESIME SCIENZE

NELL'UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Fasc. VI.

CONCERNENTE LE STELLE FISSE

BOLOGNA, Aprile 1873

Stabilimento Tipografico di Giacomo Monti.

ELENCO DEI SIGNORI ASSOCIATI

- CONTINUAZIONE -

BOLOGNA — Terza Lista

Bersani Dott. Andrea
Buriani Ing. Filippo
Cav. Ceccherini, Direttore delle Carceri di S. Lodovico
De Lucca Marchese Francesco
Foresti Dott. Lodovico
Forgnoni Tullo
Gualtieri Luigi
Guerrini Ing. Gustavo
Longhi Cesare, Capo Conduttore, Ferrovia Alta Italia
Mezzini Dott. Augusto
Orlandi Ugo
Ratti Prof. Francesco
Rizzoli Ing. Pietro
Rossi Dott. Agostino
Rota Macedonio
Salvigni Dott. Pellegrino
Targa Pietro

BUDRIO

Cogolli Gaetano

CAMERINO

Marirni Ing. Luigi

CHIETI

Ripoli Avv. Ignazio, Primo Segretario dell' Intendenza di Finanza

CARLENTINI (Sicilia)

Nicolosi Angelo

FERRARA

Bandini Annibale
Bortoletti Felice
Iacchia M. R.
Righini Ing. Francesco
Zeni Ing. Pietro

FIRENZE

Martini Giuseppe

PADOVA

Ripari Colonn. Dott. Pietro

PISA

Biblioteca dell' Università

RAVENNA

Ettore Adolfo Parri

ROMA

Bettocchi Cav. Alessandro, P[r]ofessore della R. Univers[ità]

SORA

Carrara Avv. Evangelista

VARAZZE (Liguria)

Avogadro ing. Giovanni

NB. — Si pregano i signori associati, dei quali fosse s[tato] omesso o sbagliato il nome, a mandarne avviso.

nomeni delle comete, alla riserva soltanto de' movimenti del loro nucleo, pienamente conformi alla teoria matematica della gravitazione.

Ultime di tempo e di splendore fra le sei grandi comete che maggiormente attrassero l'attenzione del popolo in questo secolo, furono quelle del 1861 e del 1862. Quest' ultima superò quella del 1861, e cedeva di poco in appariscenza, se pur cedeva affatto, alla cometa di Halley; era però sensibilmente vinta da quella di Donati, e molto più ancora da quelle del 1811, e 1843. La gran cometa del 1862, seconda fra quelle vedute dagli astronomi in quell' anno, passò pel suo perielio il 23 di Agosto, ed ha un periodo di circa 132 anni. Questa cometa ha di recente acquistato un maggior interesse scientifico, dacchè si è scoperta la sua relazione con uno dei due principali flussi periodici di stelle cadenti.

Ho detto abbastanza, pel proposito mio, intorno alle comete visibili ad occhio nudo. Parliamo brevemente anche di alcune fra le telescopiche. Una delle più piccole a vedersi, ed assolutamente quella dal più breve periodo conosciuto, è la cometa di Encke, famosa per questa stessa brevità di periodo, e per la quistione, a cui ha dato occasione, sulla resistenza dell' etere.

La chiamano cometa di Encke, perchè l' astronomo Berlinese di tal nome fu il primo a scoprirne la periodicità. Essa passò il perielio il 29 Dicembre dello scorso anno 1871. Circola attorno al sole, in un' ellissi di considerevole eccentricità, con una distanza perielia eguale ad un terzo prossimamente della distanza della terra dal sole, ed una distanza massima, od afelia, dodici volte più grande della minima, o quadrupla del raggio dell' orbita terrestre: quindi questa sua distanza afelia è presentemente una media fra la distanza media generale delle planetoidi, che è 2.8, e la distanza media di Giove,

che è 5.2: ed il periodo è di tre anni e 104 giorni. Era, o si riteneva, quaranta anni fa, di tre anni e 112 giorni; laonde sembra accorciato di sette od otto giorni: variazione, invero, molto inferiore a quelle avvenute nei periodi di altre comete; se non che, non essendosene saputo trovare una sufficiente ragione nelle perturbazioni calcolate, Olbers amò meglio di attribuire l'abbreviamento del periodo alla resistenza dell'etere.

Un'altra cometa a breve periodo, e divenuta famosa ancor essa a cagione di una singolare anomalia, è od era una cometa nota sotto il nome di cometa di Gâmbart, ma più comunemente sotto quello del tedesco astronomo Biela, il quale ne scoperse la periodicità, trovandola identica colle comete osservate negli anni 1772, 1805, ecc. Il suo periodo era incirca sei anni e due terzi. Pareva una cometuccia insignificante e plebea, senza neppure il lusso di uno strascico, o coda, come hanno le di lei aristocratiche sorelle. E tuttavia essa ha dato e dà a pensare agli astronomi più di altre comete assai più grandi. Forse aveva una coda non bene osservata; forse le vicende che narreremo gliela crearono. Scoperta nel 1826, essa doveva ricomparire nel 1832, e ricomparve di fatto, ma non senza aver prima eccitato dei vani terrori di finimondo, perchè si sapeva dover essa intersecare il piano dell'ecclittica in un punto vicinissimo all'orbita terrestre. La traversò in effetto o poco meno, ma fortunatamente un mese prima che la terra arrivasse a quel punto d'intersezione: era perciò impossibile il paventato incontro.

E tuttavia i timori di un urto colla cometa di Biela sono risuscitati anche nel presente anno 1872. Il vero si è che prima ancora di quest'anno, invece d'infrangersi la terra, fu la cometa stessa che andò in pezzi; non già per un urto colla terra o con altro pianeta, ma

per una forza esplosiva subitamente in lei sviluppatasi, o per altra ignota cagione.

Nel 1839 la non si potè osservare: ma nel 1846, durante la sua aspettata riapparizione, avvenne un fatto del tutto inaspettato e straordinario. Circa il 12 di Gennaio la cometa di Biela separossi in due comete distinte, le quali continuarono a camminare presso a poco nell'antica direzione della cometa madre, ma allontanandosi a poco a poco una dall'altra. Le dimensioni delle due sorelle diversificavano più che le loro forme: la più grossa mostrava un diametro un po' più che doppio di quello della piccola, e quindi un volume otto in dieci volte maggiore: pur nondimeno, quasi alla guisa di un polipo tagliato a pezzi, il quale produce altrettanti polipi perfetti, così ognuna delle due nuove cometine aveva il suo piccolo ma brillante nucleo, ed un' aureola o chioma molto più grande del nucleo: e persino portarono seco una porzione della vecchia coda, o ciascuna ne mise fuori valorosamente una sua propria.

Al preveduto ritorno nel 1852, le due cometine camminavano ancora discretamente di conserva, ma già distanti un due milioni e mezzo di chilometri una dall' altra, od otto volte più che nel 1846. La massima distanza reciproca ebbe luogo nel perielio, tanto la prima come la seconda volta. Il nucleo di una di esse, la più australe, passò pel suo perielio il 23 Settembre 1852, alle ore undici antimeridiane; l'altro nucleo nel seguente mattino, alle cinque. I periodi corrispondenti alle nuove posizioni e velocità erano pel nucleo meridionale sei anni e 214 giorni; pel nucleo boreale sei anni e 229 giorni, o quindici giorni più dell' altro. La media dei due periodi è 2413 giorni, o prossimamente il doppio del periodo proprio alla cometa di Encke. Noterò per incidenza che il periodo della cometa di Encke è pros-

simamente eguale a quello di Flora, la più vicina delle planetoidi; e quindi sono prossimamente eguali gli assi maggiori delle orbite di questi due piccoli astri: come sono prossimamente eguali i periodi e gli assi maggiori della cometa di Biela, e di Silvia, la più lontana delle planetoidi. Queste due coincidenze meritano di essere considerate, perchè servono a farci riflettere che non solo la cometa di Biela, ma ancora quella di Encke, attesa la sua considerabile eccentricità, traversano la gran zona delle planetoidi ad ogni rivoluzione, e che ivi esse possono facilmente trovare qualche intoppo e ritardo, non tanto nelle planetoidi abbastanza grandi per essere già state vedute da noi, ma in quella forse innumerabile turba di corpuscoli della stessa famiglia che mai non vedremo, e che in quella stessa zona intrecciano le loro orbite.

L' ultima volta che si videro le due comete gemelle di Biela fu nel 1852. Del 1859 le circostanze celesti non erano favorevoli ad osservarle. Favorevolissime erano invece nel 1866; pur nessuno le vide. È probabile che sia avvenuta una nuova separazione, non in due, ma in molti pezzi; e le conseguenze sono state due: creare od aumentare per mezzo dei più minuti ed erratici fragmenti un flusso luminoso di stelle cadenti; e render tanto piccoli anche gli avanzi più grossi da renderli impercettibili coi più potenti telescopii. I più grossi fragmenti superstiti avranno facilmente passato il lor perielio nel 1859, nel 1865, ed in questo medesimo anno 1872, senza che nessuno se ne accorga.

Non dei veri astronomi, ma dei fanatici o degli speculatori sulla pubblica credulità ed ignoranza, i quali avevano inteso parlare confusamente della possibile ricomparsa della cometa di Biela, e degli antichi timori fondati sopra l' intersezione dell' orbita di lei coll' orbita

della terra, avevano esercitato il lor vecchio mestiere di predir la fine del mondo nel Luglio o nell'Agosto ora trascorsi. Ben diverso da costoro, Michiez, il direttore dell'osservatorio di Bologna, aveva calcolato le posizioni apparenti cui avrebbero dovuto assumere i nuclei superstiti, col lodevole intento di agevolarne ai veri astronomi il ritrovamento, nel caso che quei ruderi di cometa fossero tuttora abbastanza grandi da potersi distinguere coi migliori strumenti; caso però non moltò sperato da lui stesso, e che di fatto non si è verificato.

Mi affretto omai a fare una succinta esposizione delle relazioni che si son recentemente trovate dei fenomeni delle stelle cadenti colla cometa di Biela e con altre. Lo spettacolo delle stelle cadenti (*) è visibile in tutte le notti serene, ma in diverso grado secondo le diverse ore e giorni. La parte della giornata nella quale se ne vede il maggior numero, ove non osti il crepuscolo, è verso le sei del mattino, e quella in cui se ne suol vedere il minor numero è verso le sei della sera. Naturalmente è certo che ne cadrà un gran numero anche di giorno, ma l'illuminazione dell'atmosfera impedisce di distinguerle. Se ne veggono più di estate che di inverno: ma vi sono ancora delle epoche di massimo flusso di

(*) Parlerò più particolarmente delle stelle cadenti in quella parte dell'opera che tratterà della Cosmogonia, per una relazione, sinora non avvertita da altri, la quale io mostrerò esservi fra i due argomenti. In generale la distribuzione delle materie suol essere differentissima, e parere stranamente disordinata, nei varii libri, scientifici o popolari, di Astronomia: la cagione si è che a voler ben trattare una parte qualunque di questa scienza, si sente il bisogno di ricorrere a quasi tutte le altre parti della medesima.

stelle cadenti, indipendentemente dalle stagioni: le due principali fra tali epoche sono quelle del 10 Agosto, e del tredici o quattordici di Novembre. Altra notabile epoca è il 20 Aprile. Quella di Decembre, o fin di Novembre, attribuita alla cometa di Biela anticipa ogni anno.

Per una serie di induzioni, le quali sarebbe qui troppo lungo il riferire, gli Astronomi sono arrivati a convincersi che le stelle cadenti sono corpuscoli i quali aggiravansi in cielo in tutte le direzioni, descrivendo però attorno al sole delle curve coniche, come i pianeti e le comete; se non che, nel passare in prossimità della terra, ne sono sensibilmente attratte, e deviate dalla loro precedente corsa; cosicchè entrando con grandissima velocità nella parte superiore della nostra atmosfera, l'attrito e la resistenza che vi incontrano, fa loro perdere la maggior parte della velocità e forza viva onde erano animate. La qual forza viva trasformasi in calorico ed in luce. La luce le rende a noi visibili; il calorico le volatilizza e distrugge, ossia le riduce in vapore. Ma questo vapore non essendo della natura dei gas permanenti, ma appartenendo a materia che assume lo stato solido ad ordinaria temperatura, viene prestamente condensato in minutissime gocciole liquide, le quali raffreddandosi ulteriormente si consolidano, e cadono lentissimamente sotto forma di pulviscolo inavvertito.

Avvi un' eccezione a questa general regola di trasformazione delle stelle cadenti in materia invisibile. Le più grandi e meno veloci, ossia i frantumi più grossi dei nuclei delle comete, o di pianeti distrutti in un mondo anteriore al nostro, od almeno da noi lontanissimo, e che raggiungono la terra con una minore velocità relativa, riscaldansi bensì al punto di produrre dei *bolidi*, o stelle cadenti più luminose delle altre, ma non fanno in tempo a liquefarsi o volatilizzarsi del

tutto; ond'è che gli avanzi ne cadono allo stato solido e visibilissimo sulla terra, prendendo il nome di *aeroliti*, o pietre aeree. Spesso i bolidi scoppiano per aria, con detonazione simile a quella di un pezzo di artiglieria, e si veggono più tardi cadere moltissimi aeroliti grandi e minuti, dandoci una visibile e vicina rappresentazione di ciò che avvenne, più in grande e più lontano da noi, a quei pianeti od a quei nuclei di comete, donde derivò la materia dei bolidi e degli aeroliti.

Ognuno può aver osservato l'apparente analogia della forma caudata delle stelle cadenti con quella delle comete: ma questa è un'analogia in gran parte illusoria: perchè le code delle comete sono press'a poco in direzione opposta al sole, e perpendicolari alla traiettoria o via delle comete, mentre la coda della stella cadente è un vero strascico, il quale coincide colla via già percorsa dal nucleo. Io però credo che vi sia un'altra e più sostanziale analogia fra la coda delle comete e quella delle stelle cadenti, in quanto che l'apparente coda della stella cadente, non fa realmente parte di lei, ma è aria da lei resa incandescente; e la stessa circostanza aumenta il diametro apparente del nucleo della stella cadente. Per analogo modo credo io che nè la chioma, nè la coda della cometa formino parte integrante e reale di lei: ma sieno fenomeni di fosforescenza, determinati nell'aura cosmica, o nei corpuscoli dispersi per lo spazio, o nell'etere, dall'azione del sole sul nucleo della cometa.

Che le code delle comete sieno tutt'altro che materia ponderabile emessa dal nucleo, è un fatto sicuro: imperciocchè la coda salta fuori alle volte come d'improvviso, ed in un giorno solo prende un volume apparente, un migliaio od un milione di volte più grande che la testa. Siccome sono due infallibili teoremi di Meccanica razionale, che l'azione reciproca delle parti

di un corpo non isposta il loro comune centro di gravità, e che l'azione è uguale e contraria alla reazione, il nucleo della cometa rinculerebbe in una maniera proporzionatamente assai più visibile che non fanno i cannoni nello spararli, se la coda fosse una materia ponderabile emanata dal nucleo o dalla testa. Inoltre è certissimo che la coda, se facesse corpo realmente col nucleo, sottrarrebbesi alle leggi di Keplero; perchè essa mantiensi prossimamente nella direzione del raggio vettore del nucleo, mentre dovrebbe rimanerne continuamente e sensibilissimamente indietro. Poichè la supposizione di una sì flagrante eccezione alle leggi di Keplero non è ammissibile, è giuocoforza il rigettare il supposto che la coda sia una parte materiale ed integrante delle comete.

Il maggiore o minor numero delle stelle cadenti osservate nelle diverse ore e stagioni si spiega mediante la diversa posizione occupata dall' osservatore il mattino e la sera, e nelle varie stagioni, rispetto alla combinazione del moto diurno ed annuo della terra. Supposte le stelle cadenti animate tutte da un' egual velocità, ma maggiore di quella della terra, ed in tutte le possibili direzioni, avverrà che verso le sei del mattino noi incontreremo quelle che vengono direttamente verso di noi, con una velocità relativa che è la somma delle due velocità assolute: verso le sei della sera, per lo contrario, le stelle cadenti che vengono direttamente verso di noi ci raggiungeranno con una velocità relativa eguale soltanto alla differenza delle due velocità assolute: per la qual cosa noi dobbiamo incontrarne un maggior numero nel mattino che nella sera; in quella guisa che il cocchiere il quale guida il cocchio quando nevica, riceve nella parte anteriore della sua persona una maggior quantità di fiocchi di neve, che quelli i quali cadono sul dorso del servitore dietro il cocchio.

Dalla variazione diurna, Bompas credette di poter arguire che la velocità assoluta delle stelle cadenti sia doppia di quella della terra: dalla variazione annua Alessandro Herschel argomentò che le due velocità sieno prossimamente eguali. L'Americano Newton, di New Haven, nel 1865, e l'Italiano Schiaparelli nel 1866, senza sapere un dell'altro, fermaronsi ad una conchiusione intermedia a quelle di Bompas e di Alessandro Herschel; cioè che l'ordinaria velocità assoluta delle stelle cadenti sia quasi una volta e mezza quella della terra; o più prossimamente nel rapporto di 141 a 100, che è il rapporto della radice quadrata di 2, ad 1.

L'altro Newton, il grande, dimostrò che nel movimento parabolico delle comete la velocità in ogni punto sta a quella di un pianeta di orbita circolare, a quella stessa distanza, come $\sqrt{2}$ (la radice di 2) sta ad 1; e che anche nel caso, più comune per le comete, di orbite iperboliche, o di ellissi a grande eccentricità, la parte della loro traiettoria a noi più vicina, si può considerare come prossimamente parabolica. Di qui il vivente signor Newton ed il signor Schiaparelli inferirono che le traiettorie percorse in cielo dalle stelle cadenti, somigliano per forma e grandezza le traiettorie od orbite delle comete.

Schiaparelli ebbe un'altra buona idea: determinare gli elementi parabolici del più celebre sciame di stelle cadenti, quello del 10 Agosto, e paragonarlo agli elementi parabolici delle comete conosciute, per vedere se fosse possibile il trovarne una che coincidesse. La sua idea che quello sciame dovesse avere un'orbita identica a quella di una qualche cometa, era giustissima: ma questa cometa poteva essere una delle mille e mille dimenticate, più facilmente che una delle poche recentemente osservate e calcolate: ed in tal caso avreste bel-

l'agio di presentare i vostri ragionamenti alle piu illustri e fortunate mediocrità contemporanee; od anche ad una celebrità fortunata ancor essa, ma, ciò non ostante, di un merito reale al di sopra del merito mediocre, come il padre Secchi: perdereste il tempo. Ma il Direttore dell'osservatorio di Milano, lo scopritore del pianeta Esperia, benchè uomo di merito al di sopra del mediocre ancor egli, è altresì fortunato; e la desiderata cometa non solo c'era, ma capitava ad esser precisamente la più recentemente osservata fra le grandi comete.

Bastano tre punti noti, od altri dati equivalenti, per determinare appieno una parabola di grandezza, di forma e di posizione. Qui i dati sufficienti e determinanti sono il nodo ascendente, che coincide col punto dell'ecclittica ove trovasi la terra al momento in cui incontra lo sciame meteorico; la situazione del fuoco della parabola, che è il centro del sole; e quindi la lunghezza del raggio vettore: e l'angolo di questo raggio vettore colla tangente della parabola, la direzione della qual tangente è indicata dal così detto *punto di mira* da cui sembrano divergere le varie stelle cadenti del gruppo. Il comune punto di mira, o di apparente divergenza, è situato presso la stella cangiante *Meofidod*, nella costellazione di Perseo, per le stelle cadenti del dieci Agosto, denominate perciò le *Perseidi.*

Una delle due più brillanti stelle fisse della costellazione del Leone, è il punto di mira, ossia il punto della volta celeste a cui sono rivolte le tangenti delle traiettorie delle stelle cadenti che compongono lo sciame del tredici o quattordici di Novembre, le quali perciò si chiamano le *Leonidi.* Il punto di mira o apparente incontro delle paralelle, pel recente, straordinario, e ricchissimo flusso osservato nella sera del 27 Novembre 1872, ed attribuito alle *Bièlidi,* era secondo il Denza presso la stellà γ Andromedae.

Calcolate approssimativamente le longitudini del nodo ascendente e del perielio, l'inclinazione del piano all'ecclittica, le distanze media e perielia dell'orbita delle Perseidi, Schiaparelli trovò che questi elementi sono rispettivamente eguali, o poco meno, a quelli della gran cometa del 1862. Il moto è egualmente retrogrado, tanto per la cometa che per lo sciame. Simili rapporti furono trovati fra le Leonidi ed una cometa scoperta da Tempel al principio del 1866; fra il flusso di stelle cadenti del venti Aprile e la prima cometa del 1861; e fra il flusso Decembre-Novembre e la famosa cometa di Biela.

Da queste invero notabilissime coincidenze lo Schiaparelli ed altri trassero tre conseguenze: una giustissima, una dubbia, ed una recisamente falsa. L'illazione giusta è che esiste un reale e stretto rapporto fra gli sciami di stelle meteoriche, e le rispettive comete di eguale o poco dissimile orbita; l'illazione di dubbia verità è che la cometa continui tuttora a formar parte integrante dello sciame; l'illazione erronea si è che l'una e l'altra derivino da una massa nebulosa, originariamente immobile e distante qualche bilione di leghe, le di cui molecole, attratte dal sole, formarono dapprima una lentissima e lunghissima processione o catena quasi rettilinea, ma poi furono ridotte a prendere una comune orbita ellittica, grazie all'azione perturbatrice dei pianeti.

L'ordinaria teoria delle nebulose, alla quale si è ispirato lo Schiaparelli, è un'ipotesi per verità troppo nebulosa essa medesima. Non ripugna alla ragione il credere od almeno imaginare che ab antiquo sieno esistite nello stato nebuloso le attuali atmosfere dei pianeti, cioè quelle sostanze che naturalmente ed abitualmente sono aeriformi a bassa temperatura: ma che per anni e secoli rimanessero allo stato di nebula gazzosa le parti ora solide dei pianeti, è un assurdo contro del quale

gridano ad alta voce i più elementari principii della Fisica. Nè vale il dire che le sostanze, ora solide, erano mantenute allo stato gazzoso da un'altissima temperatura, e che si restrinsero e consolidarono per raffreddamento. Donde veniva quella immensa quantità di calorico? E dove è andata? La verità è tutto il rovescio dell'ipotesi nebulosa. Il conflusso, l'urto degli elementi, solidi o fluidi, convertì la forza viva in calorico; e diede un'alta temperatura al sole ed all'intera massa dei pianeti.

Ci mancano le prove dirette della solidità del nucleo delle comete; ne abbiamo però un argomento indiretto ma probabile negli aeroliti. Essi al certo sono solidi. Se son fragmenti di una cometa spezzata, quella cometa evidentemente aveva un nucleo solido. Se non sono che ruderi di pianeti distrutti, o mònadi sporàdiche, provenienti dalle profondità le più remote del cielo, essi nondimeno attestano che nell'Universo, o per lo meno nel Cosmos, predominano gli stessi elementi chimici che compongono la nostra terra; perocchè gli aeroliti contengono principalmente del ferro, del nickel, del cobalto e qualche altro metallo terrestre: contengono in maggior copia ancora le terre le più comuni nel nostro pianeta, segnatamente dei silicati, e fra questi in prima linea il perìdoto, la cui esistenza nei più profondi strati della crosta terrestre ci viene rivelata dalle eruzioni vulcaniche. La stessa somiglianza e quasi identità di composizione chimica fra le stelle, il sole, i pianeti e le comete da una parte, la nostra terra dall'àltra, ci è confermata dalle osservazioni spettroscopiche. Ora se prevalgono anche nelle comete le sostanze chimiche che prevalgono nella terra, cioè le sostanze solide a bassa temperatura, le comete avranno un nucleo solido.

Ma lo stesso argomento di analogia ci porta a credere che non dovrebbero esserne interamente assenti

quelle sostanze che a temperatura ordinaria prendono lo stato aeriforme. Se ciò è, quelle sostanze gazzose, come più leggere delle solide o liquide, per ragione di equilibrio, saranno più lontane dal centro di attrazione della cometa, ossia formeranno una vera atmosfera attorno al nucleo.

Di quale specie saranno i gas formanti l'atmosfera delle comete? Lo ignoro completamente: l'unica cosa che so di certo è questa: saranno immancabilmente gas di una natura differente dal nostro gas azoto, dal nostro gas ossigene, e dagli altri gas i meglio noti: od almeno l'azione combinata del sole e del nucleo sopra quei gas, dev'essere differentissima dall'azione combinata ordinaria del sole e della terra sulla nostra atmosfera. Può essere analoga, per esempio, in genere ma non in ispecie, alla combinazione straordinaria di forze telluriche e cosmiche dalla quale nascono le aurore boreali nelle più alte regioni dell'atmosfera nostra. Vi sono degli interi aeroliti composti di ferro puro, e la maggior parte contengono almeno una dose di questo metallo incomparabilmente più forte che la proporzione di ferro sparso nella massa terrestre. Forse la strana fantasmagoria dei fenomeni cometici dipende in parte dalla composizione ferruginosa del nucleo, e dalla di lui influenza magnetica sulla circondante atmosfera.

Ma una volta ammessa un'atmosfera cometica, non è necessario il pensare che tutta l'apparente aureola o chioma della cometa sia la sua atmosfera reale. Questo è inverosimile, semplicemente per l'enorme sproporzione fra l'apparente grandezza della chioma, ed il nucleo, il quale anche solido e compatto, non possederebbe una massa ed attrazione sufficiente per trattenere attorno a lui un'atmosfera in così strano grado più voluminosa di lui. Per esempio l'aureola della cometa del 1811 era

diciotto mila milioni di volte più voluminosa del nucleo! Ma se vi è un'atmosfera reale, anche mediocremente estesa, purchè per una od altra cagione ella sia, dirò così, supremamente irritabile sotto l'azione luminosa, calorifica, attinica, elettrica e magnetica del sole, è concepibile che essa abbia valore di comunicare una particolare specie di fosforescenza ad una estensione molto maggiore che la sua, di etere, di pulviscolo, o di aura cosmica, attraverso alla quale passa la cometa. La parte semplicemente apparente della chioma od aureola della cometa, avrebbe qualche analogia coll'effetto d'incandescenza dell'aria attorno al nucleo di una stella cadente; effetto il quale aumenta il diametro apparente del nucleo stesso: la coda della cometa avrebbe invece una più speciale analogia coll'apparente bastone luminoso formato dal pulviscolo atmosferico, allorchè si lascia penetrar nella camera il raggio di sole, per un foro od una fessura della finestra.

Esaminiamo ora l'altro concetto che i corpuscoli formanti il flusso del dieci Agosto, egualmente che la cometa che ne fa parte, nel venire in diversi tempi da una medesima massa nebulosa, in una parabola od ellissi sommamente allungata, sieno stati deviati e ridotti a formare un annello chiuso ed ellittico, mercè l'attrazione dei pianeti. La metafisica possibilità di un siffatto supposto è innegabile; ma la probabilità? Il più delle volte Giove, od altro pianeta, non produrrà alcuna sensibile deviazione nella corsa della maggior parte di questi corpuscoli. Altre volte potrà a dirittura inghiottirli; un altro giorno il pianeta li potrebbe trasformare in suoi satelliti; in altre circostanze li volterebbe per un'orbita perpendicolare a quella di prima; un altro giorno ancora potrebbe voltarli affatto indietro, ed allontanarli per sempre dal sole. Insomma è probabile che l'attrazione

dei pianeti avrebbe sparpagliati di più i corpuscoli, invece di avvicinarli; e c'è una improbabilità la quale praticamente confina coll'impossibile, che tutte coteste perturbazioni planetarie, variabilissime e differentissime di efficacia e di direzione, debbano aver precisamente combinato ad incamminare per una identica o quasi identica ellissi, tutti codesti bilioni di corpuscoli, che si pretende aver durato dei secoli ad arrivare in processione rettilinea.

Il fenomeno della rottura della cometa di Biela accaduto sotto i nostri occhi, deve porci sulle traccie di una più probabile teoria, la quale abbracci ad un'ora le comete e le stelle cadenti. Certissima cosa è che, come esistono in natura le forze attrattive, così esistono pure le ripulsive. La più potente, fra le forze ripulsive a noi note, è il calorico. La forza ripulsiva del calorico, espandendo il vapore acqueo, trascina rapidamente i pesanti treni sulle strade ferrate, e spinge le più grandi navi attraverso alle tempeste. La forza ripulsiva del calorico lancia i mortiferi proietti di guerra. La forza ripulsiva del calorico, che svolgesi dalla polvere sulfurea, dal cotone fulminante, o dalla dinamite, infiammando queste terribili composizioni nelle mine, a molto miglior uso che in guerra, spacca le montagne, ed apre il varco alle future strade. Ora la nuova teoria termodinamica stabilisce la mutua convertibilità del calorico in forza viva, e della forza viva in calorico (Lez. XVI, pag. 190, Vol. I). Imaginatevi il nucleo di una cometa fatto come un piccolo pianeta, cioè composto di un esterno involucro, originariamente incandescente e fuso, poscia raffreddato e divenuto solido, ma di grossezza piccola in paragone della massa interna rimasta incandescente e fusa. Cotesto nucleo, allorchè passa vicino all'orbita terrestre, possiede una velocità non minore di quaranta chi-

lometri al minuto secondo. Supponete ch' esso incontri un altro nucleo, un corpo qualunque di una massa centosessanta mila volte più piccola della sua, ed animato da una velocità eguale e contraria alla sua. La velocità relativa dell' incontro sarà di 80 chilometri, o più. La forza totale di coesione della superficie di rottura, nei corpi solidi, è proporzionale alla superficie stessa; ma questa superficie cresce in una proporzione meno forte che il volume e la massa, perchè nei solidi simili il volume, quindi anche la massa, ad egual densità, cresce come il cubo, e la superficie soltanto come il quadrato di un lato omologo: ond' è che ad egual velocità di incontro romponsi più facilmente due corpi grossi che due piccoli. Una minor porzione della forza viva delle nostre due grandi masse urtanti, sarà impiegata ad infrangere l' involucro della più grande: la massa urtante minore penetrerà nella parte liquida del corpo maggiore. Se ivi essa estingue il rimanente della sua forza viva, questa forza viva convertirassi in calorico: il qual calorico vaporizzerà una parte della massa fluida; e l' elasticità di questo vapore, in certi casi, produrrà un' esplosione, la quale slancierà lontano una dall' altra le parti staccate. Facile e breve è il calcolo della velocità cui prenderebbero due eguali parti staccate una dall' altra del nucleo maggiore, trascurando il piccolo aumento di massa ottenuto per l' aggregazione del piccolo corpo urtante, e la parte di forza viva impiegata nella rottura, conseguentemente supponendo eguale la forza viva, prima e dopo l' urto.

Ammessi i dati ipotetici da me dianzi supposti, si trova che le due masse separate dall'esplosione si allontanerebbero una dall' altra con una velocità assoluta di 200 metri, od una velocità relativa di 400 metri al minuto secondo. Trascurando l' influenza della piccola at-

trazione reciproca dei due massi staccati, e l'influenza di ogni altra causa perturbatrice, in un mese di tempo le due parti sarebbero lontane dieci milioni di chilometri una dall'altra. La divergenza potrebbe essere assai maggiore ancora, se tutta la forza viva fosse impiegata ad allontanare uno dall'altro due frammenti molto disuguali. La velocità relativa potrebbe allora esser anche maggiore di quaranta chilometri, benchè una parte della originaria forza viva fosse stata impiegata a vincere la coesione dell' inviluppo, al grado di sparpagliare una parte considerevole di esso inviluppo in un grandissimo numero di fragmenti.

Argomentando dallo splendore il calorico, e dal calorico e dalla velocità la massa, è stato supposto che molte fra le stelle cadenti abbiano una massa non superiore ad un grammo. Ora un solo chilometro cubico, staccato da un nucleo della media densità degli aeroliti, basterebbe a formare cinque o sei mila bilioni di stelle cadenti, del peso di un grammo per ciascheduna.

Supposta omai la parziale dissoluzione del nucleo di una cometa nel modo testè descritto, la velocità assoluta e la direzione della parte principale, rimasta coerente, ne sarebbero pochissimo modificate: la cometa alquanto diminuita compirebbe il resto della sua corsa attorno al sole in un'orbita e con un periodo poco diversi da quelli che prima le spettavano. La spruzzaglia da lei emanata avrebbe una velocità assoluta risultante dall'antica velocità assoluta e dalla nuova velocità relativa: ma questa velocità relativa sarebbe generalmente piccola in paragone dell' antica: come nell'esempio testè addotto, dugento metri in confronto di quaranta chilometri; ciò che non produrrebbe una deviazione se non di 18′ al più; quindi i singoli corpuscoli si metterebbero a descrivere delle ellissi poco diverse, e poco inclinate all' orbita della cometa.

Ciò nondimeno, le differenze anche piccole negli assi maggiori di queste varie ellissi cagionano delle differenze proporzionatamente maggiori nel periodo; e queste successivamente accumulate faran sì che i fragmenti di minor distanza media compiano, in un dato tempo, un giro di più che i fragmenti più lontani. Allora sarà compito un intero annello ellittico di corpuscoli provenienti da una sola cometa. Per esempio i periodi dei due nuclei della cometa di Biela nel 1852 sono stati calcolati di anni 6.587 per l'uno, di 6.629 per l'altro. Avvi una differenza di più di 15 giorni fra questi due periodi; e ne nasce che 157 rivoluzioni del nucleo più lento equivalgono a 158 rivoluzioni del nucleo più lesto; onde il loro periodo sinodico, se non occorrono altre novità, compirassi in 1041 anni. Se però lo scoppio produsse molti corpuscoli invisibili, di periodi intermedii ai periodi di quei due più grossi fragmenti, ed altri corpuscoli di periodi i quali si estendano sino a quindici giorni di più del periodo del nucleo più lento, ed a quindici giorni di meno del periodo del nucleo più celere, l'annello corpuscolare formerassi in soli 347 anni. Al certo nulla ripugna a supporsi che lo scoppio delle comete da cui traggono origine i più noti sciami di stelle fisse sia avvenuto alcuni secoli indietro, e che si sia anche ripetuto più volte.

Ma il tempo necessario a compire l'annello corpuscolare potrà essere molto più breve, ove il moto dei singoli corpuscoli cometarii trovi degli ostacoli, o nell'urto di altri piccoli fragmenti disseminati nello spazio, caso che sarà forse frequente, od in un mezzo resistente qualunque. E' qui sorge la necessità di prendere in considerazione la supposta resistenza dell'etere. Secondo il comune concetto, che mi sembra ragionevole, o, per meglio dire, non conosco alcuna determinata ragione

per rigettarlo, l' etere propriamente detto, o ciò che si chiama così dai fisici, è diffuso equabilmente per tutte le parti del Cosmos, penetrando anche negl' intimi pori dei corpi fra molecola e molecola, e fra atomo ed atomo. Le vibrazioni dell' etere costituiscono la luce, ed il calorico; e da altre vibrazioni di esso dipende fors' anche il meccanismo dell'attrazione neutoniana, come pure dell' attrazione molecolare. Non mi sembra probabile che l'etere, così concepito, sia ponderabile, nè resistente: appunto perchè egli è la causa del peso e della resistenza dei corpi ordinarii.

Ma oltre l' etere, la di cui misteriosa e mal definita natura sembra quasi confinare coll' ideale spiritualismo, è naturale il supporre che spargansi pei vasti campi del cielo, anche degli strati, od almeno delle nubi sporadiche ed isolate, di fluidi veri, cioè di ponderabili sostanze aeriformi; e che questi strati o nubi di aura cosmica, erranti avanzi delle materie gazzose che formarono le atmosfere dei pianeti del nostro o di altri soli, si muovano con varie velocità e direzioni, sufficienti ad impedire, per mezzo della forza centrifuga, la loro caduta immediata nel sole.

Ogni cosa ha il suo limite in natura; quindi deve averne uno anche la rarefazione dei gas: essa deve cessare a quella reciproca distanza delle molecole, ove la loro forza ripulsiva divien nulla, od eguale alla forza attrattiva; benchè, nelle circostanze accessibili a noi, la ripulsione delle molecole aeree sia così preponderante che la mutua attrazione sembra non avere alcuna esistenza. Così gli strati o nubi di aura cosmica debbono avere una densità uniforme, ed estremamente piccola, non però rigorosamente infinitesima; e quindi essa presenterà una real resistenza, proporzionale alla sezione dei corpi che la traversano, ed al quadrato della loro velo-

cità. Questa resistenza, insensibile nei grandi pianeti, può riuscire abbastanza sensibile per una piccola cometa come quella di Encke; tanto più che deve esistere un maggior numero di urti probabili fra corpi di velocità opposte, di quello che fra corpi di velocità diverse ma non contrarie; come appunto avviene alla terra, la quale incontra maggior numero di stelle cadenti dalla parte ov'ella va, che da quella onde viene. Così la cometa di Encke, che è diretta, sarà più facilmente ritardata dai corpuscoli retrogradi, i quali l'urtano di fronte, di quello che affrettata dai corpuscoli di moto diretto, i quali la raggiungono per di dietro.

Proporzionatamente maggior ritardo soffriranno i piccoli fragmenti delle comete scoppiate come quella di Biela. Perciò le traiettorie degli spruzzi cometarii, da ellissi ch'elle erano, diverranno spirali, di mano in mano più ristrette e serrate, sinchè vadano inevitabilmente a finire nel sole: e ciò più o meno presto, secondo la maggiore o minor tenuità delle masse in paragone della loro superficie.

Ciascheduna di coteste spire differirà poco da un'ellissi, ma in un dato tempo le imperfette ellissi dei più piccoli corpuscoli saranno più piccole che quelle dei fragmenti più grossi; laonde il tempo periodico di questi sarà più lungo che il tempo periodico dei fragmenti piccoli. La resistenza però dell'aura cosmica tende bensì ad accorciar l'asse maggiore e quindi il tempo periodico delle varie orbite, ma non a cangiarne il piano: perciò le loro inclinazioni all'Ecclittica, ed al primitivo piano dell'orbita della cometa, rimarranno press'a poco costanti. Così in pochi anni tutti questi fragmenti di varia grossezza formeranno un intero annello. Appena esso è divenuto abbastanza largo nel senso del raggio vettore per toccare l'orbita terrestre, la terra lo traverserà al-

meno una volta in ogni anno, ed allora essa incontrerà uno sciame di stelle cadenti.

Non ho la pretesa di porre innanzi la presente spiegazione come una teoria da accettarsi senza riserva: l'offro come un'ipotesi abbastanza appoggiata da alcuni fatti, per aver già una non disprezzabile verosimiglianza, e per meritare che si cerchino altri fatti, capaci di confermarla, o di smentirla.

LEZIONE LXI

Le stelle

Piccolissima cosa è l'uomo: grandissima cosa è l'uomo. L'apparente contraddizione del mio dire risolverassi in evidente verità per chi prenda a considerare da una parte la nostra piccolezza fisica, dall'altra la potenza del nostro intelletto. Il volume ordinario del corpo adulto è appena sette centesime parti di un metro cubo; ma ci vogliono mille milioni di metri cubici per fare un chilometro cubo; il volume della terra è più di un bilione, intendo un milione di milioni, di metri cubici, quindi supera più di quattordici trilioni, o milioni di milioni di milioni, di volte il volume del corpo umano. Ciò non ostante, la terra non arriva ad essere una millesima parte della grandezza del pianeta Giove; ed il pianeta Giove non arriva ad avere la millesima parte della grandezza del sole; vi sono nel Cosmos almeno

cento milioni di soli, o stelle fisse; la distanza del sole da noi è dodicimila diametri della terra, e la distanza della maggior parte delle stelle fisse dal sole è almeno un milione di volte più grande che la distanza del sole da noi. Malgrado questa immensa sproporzione fra le dimensioni del nostro corpo, e le grandezze e distanze dei corpi celesti, noi coll' acume della nostra mente siam riusciti a misurare quelle stesse grandezze e distanze.

Invero, se voi mirate le stelle del cielo in una notte serena, e le vedete o vagamente scintillare, come generalmente esse fanno nei nostri climi temperati, ovvero splendere di una luce quasi tranquilla, ma più vivace e potente, come avvenir suole nella zona torrida; e se intanto, senza ingolfare il vostro pensiero in alcuna considerazione scientifica, vi abbandonate unicamente alla parte poetica di questo grande spettacolo, voi siete come inondati da un sentimento pieno di delizia e d' incanto. Allorchè però, per quella strana attrazione cui sembrano esercitare sopra di noi tutti gli abissi, vi sentite come invogliati ad avvicinarvi alle stelle, ma riflettete che la loro vera distanza da voi si misura non a migliaia di migliaia, ma a milioni di milioni di leghe, e che pur nondimeno avvi un mezzo di continua comunicazione, cioè la luce, fra voi e quell' immane abisso, voi provate un effetto difficile a definirsi, dove insieme si mescolano e gareggiano il più puro diletto intellettuale, ed un penoso senso di arcano spavento.

Il numero delle stelle visibili ad occhio nudo non è così grande come generalmente si pensa; non è in tutto che di tre o quattromila: e non pertanto sembrano in numero quasi infinito anche all'occhio volgare. È una illusione ottica in quanto al fatto immediato, un' illusione che proviene principalmente dalla loro scintillazione; ma

il concetto della mente che accompagna quell'ottico inganno, non è interamente illusorio esso stesso: imperocchè, contando diligentemente tutte le stelle visibili nel campo dei più potenti telescopii in diverse posizioni, e dalla somma delle stelle contate nei più ristretti spazii esplorati argomentando un numero approssimatamente proporzionale anche per gli spazii inesplorati, è facile il dedurne che le stelle del nostro Cosmos sono almeno in numero di cento milioni. Chacornac calcola 77 milioni il numero di quelle soltanto delle 13 prime grandezze. Un ragionamento più elevato ci porta poi a credere che le stelle dell'Universo, al di là del deserto privo di etere che d'ognintorno circonda il Cosmos, sebbene non sia possibile il vederle con istrumenti ottici di qualsivoglia perfezione, pur debbono essere in numero rigorosamente infinito (Proemio, pag. 13).

Noi dobbiamo di necessità limitare le nostre ricerche ed i nostri ragionamenti alle stelle di questo Cosmos, visibili ad occhio nudo od armato. Io tratterò, nelle seguenti lezioni, delle une e delle altre, ma principalmente delle visibili ad occhio nudo, le quali naturalmente attraggono più delle telescopiche la nostra attenzione, e maggiormente la meritano ancora, perchè generalmente più grandi o più vicine a noi delle altre.

Per introdurre un po'd'ordine, ed adoperare un qualche metodo, nel vasto e complesso studio delle stelle, gli antichissimi astronomi notarono che, in mezzo all'apparente confusione che regna nella distribuzione delle stelle sulla volta celeste, vi sono parecchi gruppi ben distinti e formati di stelle più brillanti o più vicine una all'altra che non è la media distanza delle altre stelle: a questi gruppi diedero dei nomi arbitrarii, o di personaggi cui volevano onorare, ovvero di mostri e di animali od oggetti che avessero qualche lontana somiglianza

od analogia colla forma reale del gruppo. Ipparco, il più grande astronomo de' tempi antichi, seguito da Tolomeo, il più illustre astronomo dell'antichità dopo Ipparco, applicò il nome di ciascun gruppo di stelle ad uno spazio più esteso del cielo, il quale oltre le stelle del gruppo centrale ne comprendesse ancora molte altre, benchè generalmente meno cospicue di quelle del gruppo centrale; e furono chiamate *costellazioni* questi spazii arbitrariamente determinati. Ipparco, seguito pure da Tolomeo, e da tutti gli altri astronomi posteriori, divise tutte le stelle visibili in sei classi, a seconda del maggiore o minor grado di apparente splendore, cui essi chiamarono grandezza della stella. Le quindici stelle più brillanti, visibili allora alla latitudine di Alessandria d'Egitto, ove viveva ed osservava Tolomeo, furono chiamate stelle *di prima grandezza;* le 45 stelle di una lucidezza immediatamente inferiore a quelle di prima, furono chiamate stelle di seconda grandezza: poi stelle di terza grandezza le 208 più belle immediatamente dopo le 60 precedenti: e così di quarta grandezza le 474 che vengono subito dopo le precedenti in ordine di chiarezza. Tolomeo ne catalogò poi altre 217 cui chiamò di quinta, e 49 sole cui chiamò di sesta grandezza: non già ch'egli non potesse accorgersi che le stelle di una lucidezza rispettivamente eguale, ad un incirca, alle poche da lui annoverate in questi due ordini inferiori, non siano in un numero molto maggiore che quelle delle quattro prime classi, ma perchè gli mancarono i mezzi o la volontà di estendere di più il suo computo ed il suo catalogo.

Tutte le stelle note ad Ipparco furono da lui distribuite in 48 costellazioni, 12 sullo zodiaco, 21 al nord di esso, e 15 al sud; dando o serbando ad esse dei nomi facili a rammentarsi per l'impressione cui fa nell'imaginazione, mercè l'associazione delle idee.

È certo però che la maggior parte dei nomi delle costellazioni sono anteriori ad Ipparco, e che erano anche prima di lui applicati se non a quegli identici spazii in tutta la loro estensione, almeno a quei medesimi gruppi ai quali anche oggi si applicano. Per sin la Bibbia accenna alle sette stelle del Carro dell' Orsa maggiore, e ad Orione. Fra i nomi attuali anteriori ad Ipparco vi son quelli di undici costellazioni zodiacali. Si è preteso di trovare una coincidenza maravigliosa o difficile a spiegarsi, nella circostanza che i dodici nomi delle costellazioni zodiacali corrispondevano esattamente colle stagioni solo al tempo d' Ipparco, benchè anteriori di molti secoli ad Ipparco. Vedremo in seguito, nelle lezioni relative alle geuranie, delle coincidenze di relazioni, di gran lunga più notabili di questa. La mirabilità della quale è in gran parte illusoria; poichè la sola coincidenza sicura e precisa è quella relativa al nome della Libra o Bilancia; ma vi è buona ragione di credere che l' autore di questo nome così ben adattato allora, fu Ipparco stesso, il quale formò la nuova costellazione con una parte di quella dello Scorpione, che era troppo lunga. Le correlazioni degli altri nomi, Ariete, Toro, Gemelli, ecc. colle stagioni, dugento anni prima dell' Era volgare, sembrano imaginarie e stiracchiate, anzichè nò, a riserva forse del nome del Cancro, o Granchio.

I moderni hanno aggiunto al catalogo lasciatoci da Ipparco e da Tolomeo, le stelle più vicine al polo meridionale, e che mai non sorgevano sull' orizzonte di Alessandria a' tempi di Tolomeo; non che le molte di quinta e sesta grandezza cui Tolomeo non potè o non volle notare. Il limite della sesta grandezza coincide col limite di comoda visibilità di una stella per un occhio disarmato, e di media forza visiva. Gli astronomi moderni hân pure fatta un' analoga classificazione delle stelle vi-

sibili soltanto col telescopio, chiamando di settima grandezza quelle che sono visibili ad occhio nudo appena ad uomini dotati di uno straordinario acume di vista, od anche non visibili affatto ad occhio nudo, sino ad un grado di splendore che sia la metà incirca dello splendore medio delle stelle di sesta grandezza, come le stelle di sesta grandezza, splendono la metà incirca delle stelle di quinta grandezza, e queste splendono la metà di quanto splendono le stelle di quarta grandezza, e via dicendo. Per simile modo le stelle di settima grandezza splendono incirca il doppio di quelle di ottava grandezza; e queste il doppio di quelle di nona, e così via via. Struve pensa che più approssimatamente il denominatore della progressione sia, non 2, ma 2.2; Secchi 2.42.

Naturalmente questi limiti delle varie grandezze sono non poco arbitrarii ed incerti, cosicchè si troverà qualche volta una medesima stella, considerata giustamente come di quinta grandezza da un astronomo, esser chiamata di quarta grandezza da un altro, e di sesta da un terzo osservatore. Si considerano come stelle di sedicesima grandezza le più piccole visibili col gran telescopio catottrico di Herschell, che aveva un' apertura di $0^m.46$, equivalente ad un rifrattore di 0.25

Avanti di inoltrarmi di più nel trattare dell' *Uranografia*, o descrizione del cielo stellato, fa di mestieri che io dia una precisa definizione di alcuni termini astratti, i quali ho dovuto incidentemente adoperare più volte nelle precedenti e spesso userò ancora nelle seguenti lezioni.

Si imagina una sfera alla quale si dà il nome di *sfera celeste*, il di cui centro coincida con quello della terra, ed il di cui raggio sia infinito, e così grande che riescano insensibili, rispetto ai varii punti della superficie della sfera, i movimenti proprii del centro della

terra. Si imagina esteso da tutte le parti il piano dell' equatore terrestre, in guisa da intersecare in tutte le direzioni la superficie della sfera celéste: questa intersezione, la quale è una periferia circolare, si chiama l' *equatore celeste.* I due punti d' intersezione fra la superficie della sfera celeste, e l' asse della terra prolungato da ambe le parti, si chiamano i poli della sfera celeste.

Prescindendo dal moto generale di traslazione del sistema solare, la terra compie in un anno sidereo, di 365 giorni, 6 ore, 9 minuti, e 9.6 secondi di tempo solare medio, un' intera rivoluzione, in una ellissi, la quale è, come sappiamo, una curva piana, cioè tale che tutti i di lei punti si trovano in uno stesso piano. Estendendo d' ognintorno questo piano dell' orbita terrestre, la di lui intersezione circolare colla superficie della sfera celeste, si chiama l' *Ecclittica.* In virtù del nostro moto annuo, il centro del sole sembra percorrere in un anno tutta l' ecclittica, la quale riceve il suo nome dalla circostanza che le ecclissi di sole avvengono quando il sole e la luna, agli occhi nostri, si trovano occupare prossimamente un identico punto dell' ecclittica; e le ecclissi di luna quando il sole e la luna occupano prossimamente due punti diametralmente opposti dell' ecclittica stéssa.

Condotta pel centro della sfera celeste una retta perpendicolare al piano dell' Ecclittica, le due intersezioni di questa retta colla superficie della sfera celeste si chiamano i poli dell' Ecclittica.

Per effetto del moto diurno della terra da ponente a levante, le stelle fisse, cui chiamiamo più brevemente le stelle, sembrano descrivere, da levante a ponente, delle circonferenze di circoli minori sulla sfera celeste, paralellamente all' equatore celeste, in un giorno perciò

chiamato sidereo, e che è lungo 23 ore 56ᵐ 4ˢ.09 di giorno solare medio. I pianeti, in virtù del moto diurno della terra, sembrano pure descrivere in un giorno un circolo paralello all' equatore celeste, ma soltanto prossimamente: poichè per la combinazione del loro moto reale col moto annuo della terra, i pianeti si spostano molto sensibilmente rispetto alle stelle, perciò dette comparativamente *fisse*. Ma le apparenti strade, sinuose e complicate, degli otto grandi pianeti in cielo, non allontanansi mai gran fatto dall' ecclittica, e la intersecano ad intervalli di tempo eguali e regolari, i quali mirabilmente e comodamente servono a precisare la lunghezza dei rispettivi periodi di rivoluzione dei pianeti intorno al sole, e non escono mai da una zona chiamata lo *zodiaco*, ed estesa 9° al di qua e al di là dell' Ecclittica. Lo Zodiaco, dunque, è largo in tutto diciotto gradi.

Il piano dell' ecclittica è quasi rigorosamente costante; quello dell' equatore varia lentamente a cagione di quel moto conico dell' asse della terra, che dà origine al fenomeno conosciuto sotto il nome di precessione degli equinozii, e compie la sua rivoluzione in un grande ciclo di 25,868 anni (Lez. XXXIX); serbando per altro un' inclinazione quasi costante al piano dell' ecclittica, di circa 23 gradi e mezzo, e che si chiama l' inclinazione dell' ecclittica: di modo che ciascuno dei due poli dell' equatore celeste descrive, attorno al prossimo polo dell' ecclittica, un circolo minore, paralello all' ecclittica stessa, con un raggio sferico eguale all' obliquità dell' ecclittica, o prossimamente 23° 30′. L' equatore celeste taglia l' ecclittica in due punti diametralmente opposti, che si chiamano rispettivamente i punti equinoziali di primavera e di autunno, perchè i due equinozii hanno luogo quando il centro del sole, agli occhi nostri, coincide con uno di quei due punti.

Il punto di intersezione ove succede l'equinozio di primavera si chiama ancora il primo punto d'Ariete. L'ecclittica si divide in dodici parti eguali, di 30° l'una, chiamate i dodici segni, il primo dei quali è il segno del Montone, od Ariete, seguito da quelli del Toro e dei Gemelli: poi viene il segno del Cancro, o Granchio, nel primo punto del quale ha luogo il solstizio di estate; e suppongono che si chiami Granchio, perchè il sole che sino allora sembrava essersi accostato allo zenit di noi altri settentrionali, nel meriggio, incomincia ad allontanarsene, od apparentemente a *retrocedere*. Dopo il segno del Cancro vengono quelli del Leone e della Vergine. Quando il centro del sole sembra toccare il primo punto del seguente segno, che è la Libra, ha luogo l'equinozio di autunno; ed Ipparco, per quanto sembra, chiamò appunto Libra, o *bilancia*, quel segno, e la costellazione la quale a' suoi giorni, cioè due mila anni fa, coincideva con quel segno, perchè i giorni tornano ad essere *eguali* alle notti, come lo erano all'equinozio di primavera.

Ma la precessione degli equinozii, la quale fa retrocedere di quasi un grado intero in 72 anni le due intersezioni dell'ecclittica coll'equatore, ha spostato di quasi 30°, od un intero segno, la posizione delle dodici costellazioni zodiacali, rispetto ai *segni* che ne han conservato i nomi. Dopo la libra o bilancia, vengono gli altri due segni autunnali dello Scorpione, e del Sagittario, od Arciero; infine seguono i tre segni invernali cioè il Capricorno, ossia capro, od uomo colle corne di capra! l'Aquario, o portator d'acqua, ed i Pesci. Nel primo punto del Capricorno ha luogo il solstizio d'inverno, ed allora, nel nostro emisfero settentrionale, il sole rimane il più breve tempo possibile sopra l'orizzonte, e la notte, conseguentemente, è la più lunga dell'anno. È facile il compren-

dere che al medesimo tempo i nostri antipodi, e più generalmente gli abitanti dell' emisfero meridionale, tutto all' opposto di noi, hanno il giorno il più lungo, e la più breve notte; e che comincia il loro estate, mentre comincia per noi l' inverno.

I nomi delle dodici costellazioni zodiacali, sono facili a ricordarsi, coll' aiuto di due versi latini di Ausonio:

Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo;
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.

Oltre i nomi, anche le relazioni dei segni colle stagioni si ricordano facilmente per mezzo delle due seguenti strofette altre volte da me riferite (Lez. XXIX, pag. 401) e cui potrà giovare il ripetere.

Arïète, Toro e Gemini
La bella primavera,
Cancro, Leone e Vergine
Ci dan l' estate intera.
Il mite autunno formano
Libra, Scorpione, Arcier.

Poi son le lunghe tenebre
Ed il più breve giorno,
Quand' entri, o Sol, nel gelido
Segno del Capricorno.
L' Aquario e i pesci chiudono
L' immenso tuo sentier.

Il luogo apparente di una stella o di un pianeta, ad ogni momento, è il punto dove la superficie della sfera celeste è intersecata dalla visuale condotta dal nostro occhio all' astro. Attesa l' immensa piccolezza del raggio terrestre in paragone della distanza delle stelle fisse, è indifferente il prender per centro della sfera celeste il centro della terra o l' occhio di ogni osservatore. Se pei due poli dell' equatore celeste e pel luogo

apparente di un astro si conduce un circolo, necessariamente massimo e perpendicolare all' equatore, questo si chiama un circolo di declinazione, e l' arco di lui intercetto fra l' astro e l' equatore si chiama la declinazione dell'astro; distinta in settentrionale, o meridionale, secondochè l' astro è di qua o di là dall' Equatore. L' arco poi dell' Equatore, intercetto fra questo circolo di declinazione ed il primo punto d' Ariete, e contato da ponente a levante, si chiama l' *Ascension retta* di quell' astro.

L' apparente posizione di un astro sulla sfera celeste si determina mediante l' ascension retta e la declinazione, in un modo analogo a quello col quale si determina la posizione reale di una città sulla superficie terrestre, cioè mediante la longitudine e la latitudine. Queste due ultime parole, in Uranografia, hanno un significato alquanto diverso, perfettamente analogo però, a quello cui hanno in Geografia. Imperciocchè la longitudine e latitudine di un astro sono le coordinate sferiche della sua posizione apparente, riferendola all' Ecclittica, come l'Ascension retta e la declinazione sono le di lui coordinate sferiche, riferendolo all' equatore celeste. L'ascension retta e la declinazione si determinano comodamente mediante uno dei due istrumenti più semplici e meno soggetti ad errore fra quanti ne maneggiano gli astronomi, cioè il circolo murale, e l' istrumento dei passaggi. Ognuno di questi due istrumenti consiste esenzialmente in un telescopio, mobile attorno ad un solido asse orizzontale, diretto verso i due punti est ed ovest, quindi perpendicolare al meridiano del luogo. Conseguentemente l'asse longitudinale del telescopio, comunque egli giri attorno all' asse orizzontale, muovesi sempre nel piano del meridiano. Allorchè dunque l' astro trovasi nella linea che congiunge il centro dell' oculare del telescopio, col centro dell' obbiettivo, quell' astro *cùlmina*, ossia passa pel meridiano.

Un orologio regolato a tempo sidereo mostra immediatamente qual intervallo di tempo sia trascorso fra quel passaggio e quello del primo punto di Ariete: questo tempo convertito in arco, a ragione di 15° l'ora, ci dà l'ascensione retta dell'astro. L'angolo fatto dalla verticale coll'asse del telescopio, sommato o sottratto dalla latitudine geografica dell'osservatorio, ci darà la declinazione dell'astro. La longitudine e latitudine celeste si deducono dall'ascension retta e dalla declinazione con un facile calcolo trigonometrico; e viceversa.

I moderni astronomi hanno per lo più rispettato i nomi ed i confini delle antiche costellazioni, aggiungendone però delle nuove, ed anche troppe, per l'emisfero meridionale. Alcuni contano sino a 107 costellazioni. È meno male spartire tutta la superficie celeste in sole 60 costellazioni, e collocarne dodici sullo zodiaco, 24 al Nord, e 24 al Sud, estendendo alquanto, nell'emisfero meridionale, l'area delle più celebri, a spese delle vicine più piccole, figuranti nella divisione troppo sminuzzata. Al postutto però è impossibile ridurre le vecchie costellazioni a qualche cosa che si avvicini a regolarità e simmetria. Inevitabilmente avviene spesso che una medesima stella è assegnata a diverse costellazioni da diversi autori, e che anche senza questo inconveniente, dovuto all'incertezza dei confini, l'indubitato appartenere di una stella ad una data costellazione non ci dà un'idea abbastanza approssimata della posizione, specialmente nelle costellazioni di maggior area, come l'Orsa maggiore, Boote, la Balena, Argo, il Centauro, e nelle lunghissime o serpeggianti, come l'Eridano, il Dragone, il Serpente, Ofiuco, l'Idra femmina, l'Idro o Idra maschio.

Fortunatamente si accordano tutti nell'assegnare l'ascension retta e la declinazione di ciascuna stella,

tranne delle differenze difficili ad evitarsi, ma minime, di minuti secondi, o frazioni di secondi, e fatte le correzioni dovute alla precessione degli equinozii, all' aberrazione della luce, od al moto proprio e reale di ciascuna stella: è facile però il capire quale lungaggine ed imbarazzo sarebbe, nell'indicare spesso una medesima stella, o nell'averne ad indicar molte in breve discorso, il dover ogni volta scrivere o pronunciare i nomi di ascension retta, o declinazione, segni, gradi, minuti, e secondi, ed i relativi numeri.

Soggiungo i nomi delle 60 costellazioni più celebri. Nominerò prima le dodici costellazioni dello zodiaco; e torno qui ad avvertire che per la precessione degli equinozii esse non coincidono più coi segni dello stesso nome; essendovi nel nostro secolo la differenza di quasi un segno intero, in questo modo: il sole percorre la costellazione dell'Ariete incirca durante il mese di Maggio, e perciò la costellazione dell' Ariete coincide a un dipresso col segno del Toro. Così la costellazione del Toro è dal sole percorsa nel mese di Giugno (sottintendete sempre l' *incirca*), ed essa costellazione coincide col segno dei Gemini. Similmente coincidono Gemini costellazione col segno Cancro; Cancro costellazione col segno Leone; Leone costellazione col segno Vergine, ecc. di maniera che dal 21 Marzo al 21 Aprile, mentre il sole percorre il primo segno, che è l' Ariete, egli percorre l' ultima costellazione, che sono i Pesci. Ragionevolmente si sogliono nominare queste dodici costellazioni nell' ordine, secondo il quale sono apparentemente percorse dal sole, cioè da ponente a levante. Nell' ordine stesso nominerò le 24 costellazioni settentrionali, incominciando dalla più vicina al segno d'Ariete, ossia da quella le di cui stelle hanno la minor longitudine, e procedendo da ponente a levante, per una via press' a poco spirale, con

crescere a grado a grado di longitudine e di latitudine, e terminando conseguentemente nella costellazione la quale sta attorno al polo settentrionale dell'ecclittica, cioè il Dragone. Con simile ordine e norma nominerò le 24 costellazioni meridionali.

XII Costellazioni zodiacali

Ariete, Toro, Gemelli;
Granchio, Leone, Vergine;
Libra, Scorpione, Sagittario;
Capricorno, Aquario, Pesci.

XXIV Costellazioni boreali

Andromeda, Triangolo boreale, Perseo, Cocchiere;
Lince, Chioma di Berenice, Boòte, Serpente;
Ofiuco, Aquila, Freccia, Delfino;
Pegaso, Cassiopea, Giraffa, Orsa maggiore;
Levrieri, Corona boreale, Ercole, Lira;
Cigno, Orfeo, Orsa minore, Dragone.

XXIV Costellazioni australi

Balena, Orione, Cane minore, Idra;
Cratere, Corvo, Centauro, Lupo;
Altare, Pesce australe, Gru, Fenice;
Erìdano, o Po, Cane maggiore, Macchina pneumatica, Croce del Sud;
Triangolo australe, Pavone, Toucan, Reticolo romboidale;
Colomba di Noè, Nave d'Argo, Ottante, Pesce volante.

Aggiungo quelli fra i nomi latini delle costellazioni

che notabilmente differiscono dai nomi italiani, essendo soliti gli astronomi di adoperare il nome latino della costellazione nel formare il nome individuale di ogni stella, secondo il sistema di Bayer. Li pongo secondo l'ordine alfabetico dei nomi latini:

Anser Americanus, Toucan.
Antlia pneumatica, Macchina pneumatica.
Ara, L'Altare.
Auriga, Il Cocchiere.
Bootes, Il Bifolco.
Camelopardalis, La Giraffa.
Canes Venatici, I Levrieri, o Cani da caccia.
Cetus, La Balena.
Crater, La Coppa.
Ophiucus, Il Serpentario, o domesticatore di serpenti.
Sagitta, La Freccia.
Ursa major, L'Orsa maggiore.
Ursa minor, L'Orsa minore.

Dissi una delle ragioni per le quali le costellazioni ed i segni zodiacali si sogliono nominare nell'ordine in cui si trovano scorrendole collo sguardo da ponente a levante, cioè per essere quello l'ordine secondo il quale esse sono apparentemenle percorse dal sole. Avvi un'altra ragione ancora, di doverle nominare in quell'ordine. Per l'effetto di moto reale della terra da ponente a levante, e del moto apparente del cielo da levante a ponente, interviene di necessità che fra due stelle qualunque, non situate in uno stesso meridiano, quella che è più vicina al ponente è la prima a sorgere, la prima a culminare, la prima a tramontare: insomma essa sembra *precedere* la sua compagna più orientale; e questa sembra *seguire* la stella

più occidentale. Per questa medesima ragione, anche nel precedente novero delle 48 costellazioni fuori dello zodiaco io ho proceduto in via spirale da occidente ad oriente.

Il Tedesco astronomo Giovanni Bayer introdusse una utilissima innovazione nella Uranografia, assegnando a ciascuna stella del suo catalogo, cui pubblicò nell' anno 1603, un nome proprio formato da una lettera minuscola dell' alfabeto greco, o da una maiuscola dell'alfabeto ordinario, o latino, qualora le 24 dell' alfabeto greco fossero esaurite, e facendo seguire la lettera individuale della stellà dal nome della costellazione alla quale la stella appartiene. Delambre osservò che nessuno acquistossi una fama immortale così a buon mercato come Bayer. Certo è che, formato una volta il concetto della nomenclatura Bayeriana, non si richiedeva una grandissima fatica per mandarlo ad effetto, volendone limitare l' applicazione a sole 1380 stelle, come fece Bayer: ma non sono idee che vengano in mente a tutti. Io non credo, per esempio, che Delambre, uno dei più diligenti ed utili faticatori scientifici, avesse bastante ingegno per assumersi egli medesimo una siffatta iniziativa: forse ei non ne aveva abbastanza neppure per apprezzarne la bellezza e l' utilità, dopo che l' idea di Bayer era già entrata nel dominio della pratica quotidiana.

Più utile ancora sarebbe il sistema uranografico del Bayer, se, come generalmente si suppone, egli avesse adottato la regola di far sempre corrispondere l' ordine alfabetico al maggiore o minor grado di splendore di ciascuna stella, chiamando invariabilmente *α (alpha)* la più brillante stella della costellazione; *β (beta)* quella che le è immediatamente inferiore in lucentezza, e via via. Ma tale supposizione è del tutto inesatta. Per darne

poche prove fra cento, la più brillante stella dei Gemini, che è Polluce, ed è di prima grandezza, da Bayer, e dietro lui dagli altri astronomi, viene chiamata β *Geminorum*, mentre la sua compagna, Castore, che è di seconda grandezza, è chiamata α *Geminorum*. Così ancora la β di Orione è più brillante dell'α, benchè sieno entrambe di prima grandezza. Anzi questa falsa idea che Bayer assegnasse sempre le prime lettere dell'alfabeto alle stelle più brillanti di ogni costellazione ha dato luogo a molte vane speculazioni sopra una pretesa variazione di splendore sofferta da certe stelle individuali, dall'epoca di Bayer ai nostri giorni.

Esaminando il catalogo di Bayer, emmi parso di scorgere chiaramente che egli siasi prefisso una regola ben diversa. Diversa, dico, e meno utile, ma però più facile e semplice di quella che comunemente si suppone, e non pertanto bella ed utile ancor essa.

In primo luogo egli adottò la divisione delle stelle visibili ad occhio nudo, già fatta, siccome dissi, da Ipparco, e tramandataci da Tolomeo, in sei classi chiamate grandezze, a norma del diverso splendore apparente. Tolomeo ne annovera in tutto 1022; Bayer ne registra 1380, lasciandone fuori, come è palese, più che altrettante fra le visibili ad occhio nudo, e, necessariamente, tutte le invisibili ad occhio disarmato, non essendo il telescopio stato inventato che sette anni dopo. Avendo pertanto diviso le stelle di ciascheduna costellazione nei diversi ordini di grandezza, egli assegnò le prime lettere dell'alfabeto greco a quelle della più alta classe che fossero nella costellazione, indi a quelle delle classi immediatamente inferiori, ricorrendo all'alfabeto romano, se ve n'era di bisogno, quando era esaurito il greco, e badando che le lettere più alte corrispondessero sempre alle più alte fra le sei classi di grandezza, senza poi cu-

rarsi che fra le stelle di una medesima classe la piú alta lettera tocasse alla stella più brillante di quella classe nella costellazione. Quindi se in una costellazione vi era una sola stella che a lui paresse di prima grandezza, una sola di seconda grandezza, una sola di terza, ecc., egli battezzava sicuramente la prima per α, la seconda per β, la terza per γ, ecc. ed in questo caso, sì, l'ordine delle lettere corrispondeva appuntino all' ordine di splendore. Quando la costellazione ha più stelle di una stessa classe, come il più delle volte avviene, egli nomina prima quella della più alta classe, indi quelle delle classi inferiori, ma in ogni classe egli nomina prima non la più brillante di quella tal classe, bensì la più occidentale, o più precisamente quella che ha la minor longitudine, perchè essa, nell' apparente moto diurno, *precede* le sue compagne. Non sempre però egli segue fedelmente questa regola: ha riguardo più spesso, e più direttamente, alla figura dell' imaginario animale o personaggio disegnato sul luogo della costellazione nella sfera celeste artificiale. Per altro questa regola, in gran parte, coincide coll'altra, perchè la testa dell' imaginaria figura la quale dà il nome alla costellazione, e disegnata dal fabbricante della sfera celeste artificiale sulla di lei superficie, è sempre rivolta alla parte occidentale, e la coda all' oriente, come se l' animale camminasse davvero nella direzione del moto apparente del cielo. Collocata però la prima lettera della classe nella testa dell' animale, Bayer suol seguire il contorno della figura sino alla coda, poi tornare indietro dall' altra parte verso la testa; e così qualche volta una stella porta una lettera più avanzata di quella che converrebbe alla sua longitudine confrontata colla longitudine delle compagne. Se io fossi certo di far adottare immediatamente il mio sistema di nomenclatura, migliore di

quello di Bayer, non mi perderei ora a dare queste spiegazioni: ma siccome so che la nomenclatura di Bayer resterà in uso per qualche tempo ancora, e sono costretto a servirmene molto io stesso in queste lezioni, ho dovuto porre in chiaro le norme da lui seguite, affinchè esse agevolino lo studio pratico e popolare dell' Uranografia.

Prima di Bayer non v' era che un piccolo numero di stelle, delle più cospicue, le quali avessero un nome proprio. Alcuni di questi nomi ci furono tramandati dai Greci e dai Latini, come Sirio, Canopo, Arturo, la Capretta, Procione, la Spica della Vergine, Antares, Polluce, Castore, Regolo: altri, in maggior numero, dagli Arabi, come Rigel, Betelgeux, Achernàr, Aldebaràn, Ataïr, Fomalhaut, Duhbe, Algenib, Benetnasch, ecc. Per indicare le altre stelle prive di nome proprio, o quelle che ne avevano uno poco noto, bisognava ricorrere a delle circonlocuzioni di questo genere: la stella più occidentale sul braccio sinistro di Andromeda; la stella inferiore nella zampa destra posteriore dell' Orsa maggiore; ecc. Vi lascio pensare la confusione che doveva nascere da siffatto genere di indicazioni, diverse essendo le figure degl' imaginarii animali secondo l' arbitrio od il capriccio del disegnatore.

È evidente il grande vantaggio della nomenclatura Bayeriana, in paragone di quella degli astronomi Greci ed Arabi: primieramente perchè il nome Bayeriano accenna in qualche guisa, benchè imperfetta, tanto la plaga del cielo dove trovasi la stella, quanto il di lei grado di splendore; ma più ancora perchè, senza gravare di un importabile peso la memoria, ci offre un numero di nomi di gran lunga superiore a quello dei nomi greci ed arabici.

Ciò non di meno, il numero de' nomi bayeriani è ancora insufficientissimo. Ed infatti col solo alfabeto greco

minuscolo non si possono nominare che 24 lettere per costellazione: ovvero 74 al più, esaurendo tutto l' alfabeto romano maiuscolo e minuscolo; e sonvi delle costellazioni grandissime e ricchissime, per esempio l' Orsa maggiore, la Balena, Argo, che ne contengono più di cento, soltanto delle visibili ad occhio nudo. Che si fa poi dei milioni di telescopiche? Il più comune ripiego consiste nel citare il numero corrispondente di un qualche catalogo; per esempio la 61 *del Cigno* nel catalogo di Flamsteed; la 1830 nel catalogo di Broombridge.

Un altro ancor più grave inconveniente dell' Uranografia ora in uso si è quello al quale già accennai, della forma inegualissima, bizzarra, irregolare, ed indeterminata delle costellazioni. Qual è la memoria di un Pico della Mirandola, o l' occhio esercitato di un Piazzi, che possa fissar nella mente o scorgere in cielo i limiti delle costellazioni? Le loro forme non hanno il più lontano rapporto di somiglianza cogli animali di cui portano il nome, se pure non si voglia far un giuoco di parole, e dire che hanno il poco invidiabile rapporto di essere egualmente cose irragionevoli.

Perciò sin dal 1859 mi avvisai di proporre un nuovo sistema di Uranografia più comodo e più razionale. Naturalmente la Consorteria Astronomica non si è ancora degnata, nè degnerassi per qualche tempo di occuparsene: ed io, nella necessità di spiegare in questo libro la natura e l' importanza delle geuranie stellari, ciò che mi renderà inevitabile di nominare ed anche rinominare più volte ad una ad una un gran numero di stelle, dovrò valermi, in preferenza, della nomenclatura ora in uso. Tuttavolta come esempio ed avviamento al futuro sistema di nomi, spiegherò i principii della nuova nomenclatura, e ne farò qua e là un parco uso pratico anche in queste lezioni.

Il principio fondamentale della nuova nomenclatura siderea, egualmente che quello della nuova nomenclatura chimica (Lez. XXVIII), e che dovrebbe ben anche divenire il principio della lingua universale, consiste nel dare a ciascuna lettera alfabetica un costante e determinato significato generico; e far dipendere la significazione della parola intera dalla somma o dalle combinazioni dei sensi proprii a ciascuna lettera componente. Siccome i nostri nomi di stelle, formati dietro questo principio, indicheranno principalmente la situazione della stella rispetto ai principali circoli della sfera celeste, noi li chiameremo nomi *topici*, dalla greca parola *topos*, che significa luogo.

Propongo dapprima che ciascuno dei due emisferi celesti, formati dall'Ecclittica, si divida in quattro *quartieri*, mediante i due Coluri ecclittici, e di chiamar quartiere *A*, sud o nord, i due triangoli sferici i di cui angoli son posti nel rispettivo polo dell'Ecclittica, nel punto del solstizio estivo, ed in quello dell'equinozio di autunno. Or siccome il punto del solstizio estivo passa pel meridiano superiore prossimamente a mezzanotte nel giorno del solstizio d'inverno, ed il punto dell'equinozio di autunno culmina a mezzanotte nel giorno dell'equinozio di primavera, ne segue che le stelle dei due quartieri *A*, nord e sud, staranno più lungo tempo sull'orizzonte, ed avranno un'altezza più comoda all'osservazione, dal 21 Decembre al 21 Marzo, di quello che in alcun'altra stagione. In allusione a questa circostanza io le chiamerò stelle invernali; e l'ultima vocale del loro nome sarà, per tutte esse, la lettera *A*, la quale è la prima fra le vocali e lettere dell'alfabeto. Sarà un aiuto memnotecnico, per associare questa vocale all'idea delle stelle invernali, il riflesso che come *A* è la prima vocale dell'alfabeto, così l'inverno è la prima delle quattro sta-

gioni nell' anno astronomico e civile. Similmente assegnerò la seconda delle vocali, cioè la lettera *E*, ai due quartieri limitati dall' equinozio d' autunno, dal solstizio d' inverno e dai poli dell' ecclittica. Chiamerò in genere, stelle *primaverili* le stelle di questi due quartieri, perchè più comode ad osservarsi in primavera che in tutt' altra stagione: e l'ultima vocale del loro nome sarà invariabilmente la lettera *E*. In modo analogo assegnerò la terza vocale *I*, ai due susseguenti quartieri, nord e sud, ed alle stelle *estive;* e la *quarta* vocale *O* ai due rimanenti quartieri, ed alle stelle che si osservano più comodamente nella quarta stagione dell' anno, cioè alle stelle *autunnali*. La situazione di qua e di là dell' Ecclittica sarà espressa in un modo semplicissimo e facilissimo: se il nome termina in consonante, indicherà una stella al nord dell' ecclittica: se termina in vocale ne indicherà una al sud.

Assegneremo un altro uffizio egualmente importante alla prima vocale del nome, cioè quello di indicare la *grandezza*, o classe di splendore, della stella. Nei nomi di due sole sillabe, se la prima vocale è *a*, essa indicherà una stella di prima grandezza: così *e* indicherà la seconda grandezza, *i* la terza, *o* la quarta, *u* la quinta, *y* la sesta. Nei nomi di più di due sillabe, se incominciano con una consonante, la prima vocale indicherà egualmente una delle sei grandezze visibili ad occhio nudo, cioè *a* la prima, *e* la seconda grandezza, ecc. Allorchè i nomi di più di due sillabe incominciano da vocale, questa vocale indicherà la settima, l'8.ª, 9.ª, 10.ª, 11.ª, 12.ª, secondochè la vocale sia rispettivamente *a*, *e*, *i*, *o*, *u*, *y*. Queste medesime vocali indicheranno rispettivamente la 13.ª, 14.ª, 15.ª, 16.ª, 17.ª, 18.ª grandezza se la prima vocale è in mezzo alla prima consonante raddoppiata; la 19.ª, 20.ª, ecc., se fosse preceduta da consonante doppia.

Le consonanti indicheranno approssimatamente la longitudine e latitudine; e più particolarmente le prime consonanti del nome indicheranno la longitudine, le ultime la latitudine. Le consonanti prescelte a tal uopo saranno le quattro prime: *b*, *c*, *d*, *f*; poi le quattro liquide *l*, *m*, *n*, *r*; poi le due seguenti *s*, *t*. Evito le intermedie *g*, *h*, *j*, *k*, *p*, *q*, perchè sarebbero troppo aspri e difficili a pronunciarsi gli scontri delle lettere *g*, *k*, *q* colla lettera di suono affine *c*; della *p* col *b*, e dell' *h* od *j* con altra consonante qualunque. Qui non ho bisogno della *r*, o di altra consonante, per far l' uffizio dello zero nei numeri complessi, come per la nomenclatura chimica: perchè la bella ed antica divisione sessagesimale della circonferenza del circolo, mi dispensa dall' aver ricorso allo zero nell' indicare le posizioni approssimative, fra i limiti, prima di quadrante in quadrante, poi di dieci in dieci gradi, poi di grado in grado, di dieci in dieci minuti, di minuto in minuto, ecc. Bensì mi servirò di due altre lettere che entrano nella parola *zero*, cioè della sillaba *zo*, per indicare il limite dell' invisibilità reale od apparente, nelle stelle variabili.

Ciò premesso, la prima consonante della parola indicherà la longitudine della stella di 10 in 10 gradi, contati dal principio del rispettivo quadrante dell' ecclittica; l' ultima consonante indicherà la latitudine, pure di 10° in 10°. Se non avvi altra stella di quell' ordine di grandezza nella medesima *casa*, bastano quelle due consonanti, unite alle due indispensabili vocali, per individuare la stella. Così si formerà un nome di due sillabe. Per esempio, se veggo il nome *topico* **Armi**, conosco tosto che mi viene indicata una stella estiva di prima grandezza, appartenente all' emisfero meridionale del cielo, di una longitudine fra 270° + 70°, e 270° + 80°: e di una latitudine meridionale fra 50° e 60°. Se suppongo

345° la longitudine, e 55° la latitudine, sono certo di non commettere uno sbaglio maggiore di 5°, nè per quella nè per questa. È la bella stella di prima grandezza, chiamata *Achernar* dagli astronomi Arabi, ed α Eridani nella nomenclatura Bayeriana. Leggendo il nome topico *Efob*, comprendo che si tratta di una stella autunnale di seconda grandezza, al nord dell'ecclittica, di una longitudine di circa 35°, e della latitudine settentrionale di circa 5°. Anche qui son certo di non isbagliare, così argomentando, più di cinque gradi nè in più nè in meno, sia per longitudine, o per latitudine. Questa è la più bella stella della prima fra le costellazioni zodiacali: l'Alpha dell'Ariete. Se leggo il nome topico *Ifob*, capisco subito che dev'essere una stella di terza grandezza, vicina ad *Efob*, anzi situata nella stessa casa. Essa è la *Beta*, o seconda stella, dell'Ariete.

Quando siavi bisogno o desiderio di precisar meglio la posizione, indico la latitudine fra i limiti di un grado, premettendo un'altra consonante all'ultima vocale. Per esempio leggo i due nomi topici *Libeb*, *Liseb*. Qui veggo due stelle vicine, tutte e due di terza grandezza, tutte e due nell'emisfero settentrionale, tutte e due primaverili e di una longitudine fra 220° e 230°. Se suppongo la loro longitudine 225°, so che non commetto un errore di più di 5° nè per l'una nè per l'altra. Ma dall'ultimo *b* della parola *Libeb* comprendo che la stella corrispondente ha una latitudine fra 0° e 10° nord: ed il primo *b* mi restringe questa latitudine fra limiti ancora più vicini, cioè fra 0° e 1°; onde son certo che supponendo la latitudine settentrionale della stella 0° 30′, non isbaglio che un mezzo grado al più. Similmente dalle due ultime consonanti del nome *Liseb* rilevo che la stella corrispondente è fra otto e nove gradi al nord dell'ecclittica, e che supponendone la latitudine settentrionale

8° 30′, anche qui non errerò più di 30 minuti. Le due stelle così nominate topicamente, si chiamano nella nomenclatura di Bayer α Librae, β Librae: anzi son esse che per la poca differenza della loro luce, e per l'apparente prossimità indicata dalla stessa somiglianza dei nostri due nomi topici *Libeb*, *Liseb*, suggerirono l'idea dei due eguali piatti della bilancia, e diedero il nome alla costellazione ed al segno della Libra.

Ove sia bisogno o convenienza di una precisione ancor maggiore, faremo dei nomi di tre sillabe. La prima e l'ultima vocale, e così pure la prima ed ultima consonante hanno sempre lo stesso uffizio in tutti i nomi topici di due o più sillabe. I nomi trisillabi avranno tre vocali e quattro consonanti. La seconda consonante serve a precisar la longitudine fra i limiti di un grado; la penultima consonante circoscrive pure fra i limiti di un grado la latitudine; e la vocale di mezzo la precisa ulteriormente di 10 in 10 minuti. Per esempio voglio coniar un nome topico trisillabo per la stella di seconda grandezza β Cassiopeae, le di cui coordinate ecclittiche sono come segue, fissando la longitudine alla primavera 1812:

Longit. 32° 29′ 50″
Latit. 51° 13′ 41″, Nord.

Trovo assai facilmente che il nome topico dev'essere: **Fedecòm.**

Fintantochè gli astronomi non abbiano preso famigliarità con questa nomenclatura ideografica, la traduzione di un nome topico in coordinate, e viceversa, sarà loro agevolata tenendo sott'occhio i seguenti specchii:

SIGNIFICATO DELLE VOCALI

EMISFERO

Nome topico finito in vocale	Al Sud dell' Ecclittica
Nome topico finito in consonante	Al Nord dell' Ecclittica

QUARTIERE

ULTIMA VOCALE

VOCALE	LONGITUDINE	STAGIONE di più comoda osservazione
a	da 90° a 180°	Inverno
e	180° 270°	Primavera
i	270° 360°	Estate
o	0° 90°	Autunno

GRANDEZZA

PRIMA VOCALE

VOCALE	In tutti i nomi di 2 sillabe, e nei trisillabi comincianti per consonante	Nei nomi di più di due sillabe		
		(a)	(b)	(c)
a	1.ª	7.ª	13.ª	19.ª
e	2.ª	8.ª	14.ª	20.ª
i	3.ª	9.ª	15.ª	21.ª
o	4.ª	10.ª	16.ª	22.ª
u (pronunziato all' Italiana)	5.ª	11.ª	17.ª	23.ª
y (pronunziato alla greca, od u franc.)	6.ª	12.ª	18.ª	24.ª

SECONDA VOCALE
NEI NOMI TRISILLABI

VOCALE	LATITUDINE	VOCALE	LATITUDINE
a . . .	da 0' a 10'	o. . . .	da 30' a 40'
e . . .	10' 20'	u . . .	40' 50'
i. . . .	20' 30'	y . . .	50' 60'

(a) — *In nomi polisillabi comincianti per vocale.*
(b) — *Id. colla prima vocale fra consonante doppia.*
(c) — *Id. comincianti per consonante doppia.*

SIGNIFICATO DELLE CONSONANTI

CCNSONANTI	LONGITUDINE		LATITUDINE	
	Prima consonante	Seconda consonante	Penultima consonante nei nomi di più di due consonanti	Ultima consonante
b	da 0° a 10°	da 0° a 1°	da 0° a 1°	da 0° a 10°
c	10° 20°	1° 2°	1° 2°	10° 20°
d	20° 30°	2° 3°	2° 3°	20° 30°
f	30° 40°	3° 4°	3° 4°	30° 40°
l	40° 50°	4° 5°	4° 5°	40° 50°
m	50° 60°	5° 6°	5° 6°	50° 60°
n	60° 70°	6° 7°	6° 7°	60° 70°
r	70° 80°	7° 8°	7° 8°	70° 80°
s	80° 90°	8° 9°	8° 9°	80° 90°
t	— —	9° 10°	9° 10°	— —

In una parola di quattro sillabe, con quattro vocali e cinque consonanti, le tre prime e le quattro ultime lettere farebbero gli stessi uffizii che nei nomi trisillabi; la seconda vocale preciserebbe la lòngitudine di 10 in 10 minuti, la consonante di mezzo preciserebbe la latitudine di minuto in minuto. Per esempio **Urdemolfa**, signi-

ficherebbe una stella invernale di undecima grandezza, la di cui posizione rispetto all' Ecclittica fosse prossimamente,

Long. 162° 15';

Lat. 34° 35′ 30″ Sud.

e ciò con error minore di 5′ nella longitudine, e minore di 30″ nella latitudine. I nomi topici **Rurdemolfa**, **Rrudemolfa** indicherebbero due stelle rispettivamente di 17.ª, o di 23.ª grandezza, apparentemente vicinissime alla precedente.

Un nome quadrisillabo, colle spiegate norme, è suscettibile di

$$3 \times 6 \times 9 \times 10 \times 6 \times 10 \times 6 \times 10 \times 9 \times 4 \times 2$$
$$= 419{,}904{,}000$$

combinazioni, e si potrebbero perciò indicare più di quattrocento milioni di differenti stelle.

Nel sistema di coordinate equatoriali non solo l' ascension retta, ma ancora la declinazione varia fortemente a lungo andare, cioè 47° in 12934 anni; e questo è il grande ed inevitabile difetto dei cataloghi ove le posizioni delle stelle sono riferite all' equatore. La latitudine per lo contrario è costante, tranne delle piccole oscillazioni, che non debbono aver alcuna influenza nei nomi topici. La longitudine, come s' intende d' ordinario, varia, ma soltanto a cagione del poco accorgimento degli astronomi, i quali vogliono sempre contarla dall' attuale equinozio di primavera. È già un non lieve incomodo in Geografia la lite fra il meridiano di Parigi, e quello dell' Isola del Ferro: imaginatevi quanto maggior disturbo sarebbe pei geografi e quanto pericolo pei marinai, i quali al certo non han tempo di far molti calcoli, se la longitudine terrestre variasse di giorno in giorno! Gli astronomi dovrebbero fissare una volta per sempre anche in cielo la loro Isola del Ferro, sia essa un punto materiale e visibile, come una stella principale, o meglio

un punto ideale, per esempio il principio od il mezzo del secolo: ed una volta così stabilita l'origine delle longitudini celesti, non muoverla più.

Tradotte che siano in longitndini e latitudini le coordinate equatoriali di un buon catalogo qualunque, giovandosi ancora di una macchina calcolatrice appositamente costrutta, onde sfuggire l'enorme prolissità dei calcoli trigonometrici per tante migliaia di stelle, il nuovo catalogo ecclittico non avrà bisogno di esser cambiato, salve le piccole e facili riduzioni relative alle vibrazioni dell'ecclittica, ed ai movimenti proprii delle singole stelle. In maniera speditiva, ma soltanto provvisoria ed approssimata, i nomi ecclittici di due sole sillabe si possono desumere dalle coordinate equatoriali, mediante un'operazione grafica sul globo celeste.

Ogni sistema di nomenclatura, per uniformarsi alla Filosofia della Linguistica, dev'essere il più comodo e facile pel maggior numero possibile di casi, ove nol possa essere per tutti. Il titolo di stelle invernali per quelle nel cui nome topico la lettera *a* figura come ultima vocale, di stelle primaverili per quelle di cui il nome topico ha l'*e* per ultima vocale, ecc. è rigorosameute giusto soltanto nella maggior parte dei casi. Ad essere giusto in tutti i casi, almeno per l'epoca attuale, quelle denominazioni dovrebbero informarsi alle coordinate equatoriali, non alle coordinate ecclittiche. Vero è però che a cagione della precessione degli equinozii la corrispondenza dei movimenti apparenti delle stelle colle stagioni percorre un intero ciclo in 25868 anni, ossia 15° in 1078 anni: ond'è che le stelle che in un dato giorno del presente anno, poniamo il 5 Febbraio, culminarono a mezzanotte, ed erano perciò stelle invernali, di qui a mille anni incirca, più esattamente 1078, nel giorno 5 Febbraio culmineranno ad un'ora dopo la mezzanotte, ritar-

dando sempre di un' ora ogni 1078 anni. Quindi, compiuto un mezzo ciclo, nell'anno 14806 dell'era Cristiana, esse saran divenute stelle estive; per ridivenire stelle invernali, e passar di nuovo pel meridiano superiore a mezzanotte del 5 Febbraio, nell' anno 27740.

Questo lentissimo ritardo si può chiamare l' apparente spostamento secolare delle stelle; più sensibile è l' apparente loro spostamento annuo, e ben molto più ancora l' apparente loro spostamento diurno. In forza del movimento annuo della terra attorno al sole, tutte le stelle sembrano anticipare nella loro corsa attorno alla terra quasi 4 minuti al giorno, od un' ora ogni 15 giorni. Ond' è che quella stessa posizione apparente cui hanno questa sera le stelle tutte, ad una data ora, di qui ad un mese l' avranno due ore prima: cioè, se per esempio questa notte esse passano il meridiano a mezzanotte, di qui ad un mese lo passeranno alle 10 della sera; di qui a due mesi alle 8 della sera; di qui a sei mesi lo passeranno a mezzogiorno, essendo conseguentemente invisibili a quell' ora, e forse per tutta la giornata. Per l' effetto poi del moto diurno della terra, tutte le stelle sembrano descrivere un circolo attorno ai poli dell' equatore in 24 ore sideree, o 23 ore e 56 minuti di tempo medio solare; per la qual cosa esse percorrono un arco di 15° sul loro paralello ogni ora: cosicchè se per esempio nel giorno 10 Decembre io veggo *Arod* (la Capretta, o *α* del Cocchiere) al meridiano inferiore, o radere l' orizzonte settentrionale sotto la stella polare alle sette della sera, son certo che ad un' ora dopo mezzanotte Arod avrà già percorso un quarto della sua apparente rivoluzione; ed alle sette del mattino la vedrei culminare, o passar vicino al mio Zenit, se il sole già alzato non mi abbagliasse. Potrei però vederla anche a quell' ora con un telescopio: solamente l' osservazione sarebbe incomoda,

perchè bisognerebbe tener il canocchiale quasi ritto verticalmente, ed io dovrei coricarmi colle spalle e col dorso sul pavimento, poichè la declinazione di Arod è 45° 51′, o poco maggiore della latitudine geografica di Bologna: laonde essa non tramonta mai per Bologna, nè per gli altri luoghi che hanno una latitudine geografica, nord, superiore a 44° 9′.

Le eccezioni alla regola generale che a ultima vocale indichi una stella culminante verso la mezzanotte in inverno, e una stella che culmina verso la mezzanotte in primavera, i in estate, o in autunno, si verificano principalmente per le stelle presso i due poli dell'Ecclittica: ma queste sono eccezioni di poca importanza pratica nell' Uranografia popolare, in quanto essa insegna principalmente a trovare e riconoscere ad occhio le più brillanti stelle; perchè le più vicine al polo settentrionale dell' Ecclittica, essendo ancora vicine al polo nord dell' Equatore, non tramontano mai per gli abitanti dei paesi più inciviliti di Europa e di America, e quindi sono visibili a qualunque ora della notte, in tutte le stagioni.

La varia posizione degli accenti, i dittonghi, le consonanti *g, v, x, z,* non impiegate nei nomi topici ordinarii, posson servire ad accennare altre specialità, diverse dall' apparente grandezza e dalla situazione, per esempio se la stella è variabile, e fra quali limiti di luce; se è nebulosa e di qual classe; s' ella è semplice o multipla, ed in questo caso individuare ancora ciascuna delle sue componenti. Il dittongo indicherà la variabilità. Per es: *Meofidod* sarà la stella Algol, o β Persei, la quale si dice variabile fra la seconda e la quarta grandezza, benchè a me, che molte volte l' ho guardata, non sia mai parsa variare che dalla seconda alla terza grandezza. Se tali fossero certamente i ver limiti della sua variabilità, sarebbe meglio chiamarla *Meifidod;* ma sarà utile con-

tinuare a chiamarla *Meofidod*, anche dopo che avesse assunto altri limiti di variabilità, od avesse cessato di esser variabile affatto: gioverà ai futuri astronomi, se adotteranno questi nomi topici, l' essere avvertiti dal nome stesso che i loro predecessori del secolo decimonono consideravano questa stella come solita a variare, in un periodo di due giorni e poche ore, dalla seconda alla quarta grandezza; e questa circostanza gl' inviterà a farne un confronto con quello che essa sarà divenuta ai loro giorni. Per la stessa ragione potrà esser utile, anzi necessario, il serbare l' attual nome di ogni stella, anche quando col progresso di molti secoli, a cagione del movimento proprio e reale del sole e delle stelle, le loro mutue situazioni saranno divenute sensibilmente diverse. Per accennare la variabilità che non fa uscire la stella dai limiti della sua grandezza più ordinaria, ripeteremo la vocale stessa: a cagion d' esempio *Saanancò*, indica la stella di prima grandezza α Orionis, multipla e variabile, ma di una variabilità che non la fa cessare dal parere una stella di prima grandezza, anche nel periodo della sua più debole luce. Per accennare al limite di assoluta invisibilità, ci serviremo della sillaba *zo*, facile ad associarsi nella memoria colla parola *zero*; e quando sentiremo per esempio il nome topico *Dezotimcò*, comprenderemo che si tratta di una stella, doppia, o multipla, e variabile dalla seconda grandezza alla invisibilità. È la famosa *Mira* Ceti. Se analizziamo di più il nome topico, scorgeremo dall' ultima consonante *c*, che essa è circa 15° di là dall' Ecclittica, quindi certamente visibile nei nostri climi, ma non tutte le notti: l' ultima vocale ò, ci dice ch' ella è una stella autunnale; e la prima consonante *d*, la quale è la terza delle nostre, computando dieci gradi, o dieci giorni incirca per lettera, ci avverte che la nostra stella culmina pel meridiano verso la mezzanotte trenta giorni

dopo l'equinozio di autunno; ossia incirca il 22 di Ottobre. Ottobre e Novembre saranno dunque i due mesi più favorevoli per l'osservazione di quell'ammirabile stella.

Ma piú ammirabile ancora della Dezotimcò è la *Caisme*. Che cosa è la Caisme? Ve ne dice già qualche cosa il nome stesso. Vedete bene che è una stella meridionale, variabile dalla prima alla terza grandezza (*a*, *i*). Il nome vi dice di più che essa è una stella primaverile, *e*, e che essa culmina a mezzanotte, 20 giorni al più (*c*) dopo l'equinozio di primavera, cioè circa il 10 Aprile; ma vi dice altresì, colle due ultime consonanti, che essa è da 58 in 59 gradi di là dell'Ecclittica; quindi non può vedersi in Europa. Parlerò delle particolarità di questa e di altre stelle individuali, di mano in mano che le passeremo in rassegna nei varii asterismi ai quali rispettivamente esse appartengono, e quando perciò, mediante l'asterismo, ci saremo acquistata una ulterior conoscenza delle loro posizioni, ed avremo così appreso una maniera di trovarle, anche più facile e comoda che quella già fornitaci dal nome topico.

Piacemi quì però di agiugnere in generale, che è probabilissimo che tutte le stelle, rigorosamente parlando, siano variabili: lo è anche il nostro sole, a cagione delle mutabili sue macchie, e più generalmente perchè non havvi nè può esservi in natura alcuna cosa di una geometrica ed assoluta invariabilità. Tuttavolta sarebbe una pedanteria il porre il sole nel novero delle stelle variabili. Per nostra gran fortuna egli non è nè una stella doppia, nè una stella variabile nel senso più ordinario di queste parole: poichè nell'uno e nell'altro caso ci sarebbero dei cambiamenti, per noi insoffribili, di stagioni.

Quando l'accento tonico non è scritto sul nome topico, esso deve cadere sull'ultima vocale nei nomi che terminano per consonante, cioè per quelli delle stelle al

nord dell' ecclittica, e sulla penultima vocale per le stelle meridionali. Così pronuncieremo *Adid*, *Retedac*, *Sinde*, *Lonuflo*, come se fossero scritti *Adìd*, *Retedàc*, *Sìnde*, *Lonùflo* (α Aquilae, β Leonis, α Arae, 33 Eridani).

Per mostrare che la stella è doppia, o multipla, scrivete e pronunciate l' accento sopra la prima sillaba se la stella è settentrionale, e sopra l' ultima sillaba se la stella è al sud dell' Ecclittica: come *Cèrabac*, α Geminorum; *Narimbò*, α Tauri; e negli esempii già anticipati *Saanancò*, *Dezotimcò*. Per altro, l' assenza dell' accento scritto non implica necessariamente la semplicità della stella. Così potreste anche scrivere i nomi di quelle due stelle *Cerabac*, *Narimbo*, pronunciando secondo la regola generale *Cerabàc*, *Narìmbo*, o più brevemente *Cebac*, *Anbo*, pronunciate *Cebàc*, *Ànbo*, non curandovi di cercare od insegnare se elleno siano semplici o multiple. Così abbiam fatto sinora per la magnifica stella *Arod*. Ma essa è realmente doppia: se ci preme di accennare o ricordare una tal circostanza, scrivete e pronunciate *Àrod*, ovvero *Ràtydod*, circoscrivendo con quest' ultimo nome più strettamente la di lei posizione. Io continuerò a chiamare quel sole, molto più grande del nostro, col breve ma molto significante nome di *Àrod*. I barbassori lo chiamano *La Capretta*. Qual nome supremamente e derisoriamente disacconcio alla cosa!

La consonante *v*, che è una di quelle non adoperate nei nomi topici ordinarii, servirà ad individuare le principali componenti delle stelle multiple. La sillaba *va* contrassegnerà la componente più brillante, o quella che apparisce tale all' epoca in cui si conia il nuovo nome; le sillabe *ve*, *vi*, *vo*, *vu*, *vy*, quelle che sono od appariscono immediatamente al di sotto delle precedenti, in ordine a splendore telescopico. Nè sarà da cangiarsi il nome individuale delle componenti, quand' anche delle

osservazioni più precise, o cangiamenti reali sopraggiunti alterassero l' ordine rispettivo di lucidezza. E se le componenti fossero più di sei come nel caso della settemplice Tetha Orionis? Valetevi intanto dell' espediente da me proposto se vi par buono, come io credo che sarà, in 999 casi fra mille. Ove, non sappiate apprezzarne i vantaggi generali, perchè perderei io il tempo a render il nuovo sistema di nomenclatura un po' più perfetto in realtà, ma più difficile ad essere accettato, quanto più apparirebbe complesso? Quando poi sia adottato nei 999 casi, son ben sicuro che mille altre persone saranno capacissime di trovare il ripiego pel millesimo caso, senza che abbia ad occuparmene io.

Nondimeno stimo bene di accennare ad un facile modo di applicare lo stesso sistema di nomi topici alle posizioni riferite all' Equatore, invece dell' Ecclittica, e ciò senza pericolo di equivoco. Basterà una diversa collocazione dell' accento. Il nome topico relativo alle coordinate equatoriali non abbia mai meno di tre sillabe, e porti invariabilmente l' accento scritto sopra la penultima vocale se il nome indica una stella al nord dell' equatore; sopra la terzultima vocale, se il nome indica una stella al sud dell' equatore. L' origine delle longitudini pei nomi topici ecclittici, dev' essere per ora il primo punto del segno del Toro, 1812. Questa non parrà la scelta più acconcia, ma non vogliò in ciò allontanarmi da Miranda. Per formare i nomi topici equatoriali conteremo le ascensioni rette dal primo punto d' Ariete dell' anno in cui si fa l' osservazione, o dall' epoca del catalogo cui avremo alle mani, qualunque egli sia. Ad ogni modo vorrei che i nomi topici equatoriali non fossero che provvisorii, e che a miglior agio se ne facesse sempre la riduzione a nomi topici ecclittici. Vediamone due o tre esempii.

Numero celeste	Nome antico	COORDINATE	Nomi topici
20	Régolo, α Leonis	**ECCLITTICHE** Longitudine 20 Aprile 1812 = 90° + 47° 13′ Latitudine nord . . . . . = 0° 27′	Àmab Màribab
		EQUATORIALI, 1840 Ascensiene retta . . . . = 90° 59° 58′ Declinazione nord . . . . = 12° 45′	Matùdac
13	Antares, α Scorpionis	**ECCLITTICHE** Longitud. 20 Aprile 1812 = 180° + 67° 8′ 41″ Latitudine sud . . . . = 4° 32′ 17″	Anbe Narolbe
		EQUATORIALI, 1840 Ascensione retta 1840 . . = 180° + 64° 54′ Declinazione sud . . . . = 26° 4′	Nàlande
39	Stella polare, α Ursae min.	**ECCLITTICHE** Longitudine 1812 . . = fra 85°, ed 86° Latitudine nord . . . = fra 66° 0′, e 66° 10′	Sèmanon
		EQUATORIALI, 1840 Ascensione retta . . . . = 15° 33′ Declinazione nord . . . . = 88° 27′	Cemisos

Ma se una lunga serie di nomi topici così composti può essere per avventura la più comoda ed utile per gli astronomi di professione, ciò non toglie che non possa ancora esser desiderabile l' adottare, per lo studio elementare e popolare dell' Astronomia, un' altra serie, molto più breve, di nomi proprii per le più brillanti stelle. Il principio che io proporrei per la formazione di questa più breve serie di nomi pel popolo, consisterebbe nel dare alle più belle stelle i nomi degli uomini illustri che maggiormente meritarono di esserlo per servigi di primo ordine resi all' Umanità, alla Patria, alle Scienze, alle Lettere ed alle Arti. Il cielo diverrebbe per tal modo agli occhi del popolo uno spettacolo anche più poetico, più istruttivo, e più atto a nobilitare ed elevare gli animi.

Nè ciò impedirebbe che di quei nomi popolari potessero qualche volta servirsi gli stessi astronomi, promiscuamente coi nomi topici, più appropriati alla scienza; in quella guisa che anche ora, oltre i nomi Bayeriani, essi non di rado valgonsi de' nomi proprii più antichi, come Sirio, Vega, Aldebaran. Nell' elenco o catalogo che formerà la seguente lezione, porrò un centocinquanta nomi umani per altrettante stelle, e li porrò più presto come esempio del sistema, di quello che colla speranza di farli immediatamente adottare; anzi non mi servirò io medesimo che di pochissimi fra essi nel seguito delle mie lezioni. Nel catalogo i nomi storici sembreranno quasi sparsi alla ventura: il sistema col quale gli ho scelti nella storia, e distribuiti alle varie stelle del cielo, apparirà soltanto dove scenderò a trattar in particolare degli asterismi, o speciali e distinti gruppi di stelle. Si vedrà allora che la serie di nomi storici, applicata a ciascun gruppo di stelle, ha per lo più una naturale correlazione al nome ed alla forma del gruppo stesso, e che inoltre la situazione della stella portante un nome storico ha un rap-

porto determinato anche colla cronologia, dando io generalmente i nomi dei personaggi più antichi alle stelle più occidentali del gruppo, ossia a quelle che sembrano *precedere* le compagne: così i due ordini di idee presteransi a vicenda la mano; data la cognizione dei nomi e delle posizioni delle stelle, il popolo ne trarrà aiuto per apprendere o rammentare quale di due personaggi precedette l'altro nel corso mortale; o viceversa, data l'approssimata cognizione cronologica, questa aiuterà il rinvenimento delle singole stelle. Non ho interamente trascurato di far corrispondere anche il maggiore o minor grado di celebrità o di merito al maggiore o minor chiarore della stella, ma di rado vi son riuscito; giacchè il parallelismo dell'ordine cronologico colla longitudine della stella, o col progresso oculare nel percorrere il contorno dell'asterismo, era più importante, sotto il punto di vista scientifico, che il parallelismo della celebrità del personaggio colla luce della stella; ed ho trovato questi due parallelismi il più delle volte inconciliabili.

In tutti i cataloghi, in tutte le lunghe annoverazioni, si richiede un numero progressivo delle cose annoverate. Il numero d'ordine di ciascuna cosa diventa esso medesimo un nome proprio della cosa, e tale che qualche volta basta egli solo e supplisce a tutti gli altri nomi. Io ho pensato a far servire il numero progressivo delle stelle del mio piccolo catalogo anche ad un altro intento di maggior rilievo; ho voluto che serva a dare un'idea del relativo splendore della stella; un'idea più precisa e più istruttiva di quella che genericamente suol ricavarsi dai nomi di stelle di prima, di seconda, di terza grandezza, ecc. Vero è che gli astronomi hanno già pensato giudiziosamente a suddividere le antiche classi di grandezza, o lume apparente, coll'appaiare due nomi di grandezze prossime in questo modo: chiamano stelle di

grandezza 1.2 *(uno due)* le meno brillanti fra le stelle di prima grandezza, e che accostansi per isplendore alle stelle di seconda, senza potersi ancora chiamare di seconda grandezza esse stesse. Chiamano di grandezza 2.1 le più brillanti stelle di seconda grandezza; quelle a cui poco manca per esser considerate di prima grandezza. Lasciano il numero 2 senza compagno alle stelle di seconda grandezza ordinaria, o di media forza in quella classe: e chiamano stelle di grandezza 2.3 quelle che sono di seconda grandezza ancora, ma meno belle delle precedenti, e quindi accostansi nella scala fotometrica alle stelle di terza grandezza. Analoga suddivisione si fa delle stelle di terza grandezza, chiamando la loro grandezza ora 3.2, ora 3 assolutamente, ora 3.4; e così delle altre classi. Herschell secondo istituì una lunga serie di osservazioni fotometriche sul vario grado di splendore delle più brillanti stelle del cielo, visibili nell'uno e nell'altro emisfero, avendo egli studiato quelle dell'emisfero meridionale al Capo di Buona Speranza.

Dietro tali osservazioni ei compilò due tavole delle 190 stelle più brillanti, od almeno fra le più brillanti, assegnando a ciascuna, in numeri decimali, il loro valore fotometrico, secondo un sistema incomodo, e vizioso nella forma, ma che prestasi facilmente, con un po' di pazienza, ad essere raddrizzato a miglior forma.

Io ho seguito fedelmente l'Herschell per quelle prime 190 stelle, nel catalogo più esteso, cui darò nella prossima lezione, facendovi solo pochissimi miei cambiamenti, e di lieve conto, come, ad esempio, intercalandovi l'importante stella di seconda grandezza β Ursae minoris, da lui, non so per qual motivo, omessa. Premetto un'altra più piccola tavola della quantità di splendore emessa da alcuna delle più celebri stelle, desunta con facile calcolo dai dati fotometrici dello stesso Giovanni Her-

schell, ma ridotti a più comoda forma. Premetto ancora che il mio sistema di numero progressivo delle stelle consiste in questo, che io do il numero 1 a Sirio, perchè è la stella più brillante di tutte; il 2 a Canopo, od α Argus, perchè è la più brillante di tutte subito dopo Sirio; il 3 all'Alpha del Centauro perche supera in isplendore tutte le altre stelle, eccettuate Sirio e Canopo. Così il numero 26 assegnato a Castore, od α Geminiorum, vuol dire che non vi sono, o non ritengo che vi siano in cielo, più di 25 stelle che splendano agli occhi nostri più di Castore; e via dicendo. Nella piccola tavola cui sto per soggiugnere immediatamente, assumo per unità fotometrica non lo splendore di Alpha Centauri, come fece Giovanni Herschell, il quale aveva in pratica quella stella tante volte da lui osservata, ma lo splendore di Arod, ossia Alpha Aurigae, perchè ci presenta queste fortunate circostanze, che essa eguaglia in luce tre altre stelle di prima grandezza; che sono Vega, Procione e Betelgeux, ossia le alphe della Lira, del Cane minore e di Orione; e tutte quattro sono visibili nel nostro emisfero, anzi due di esse, Arod, ed Alpha Lyrae, o Vega, non tramontano mai per la maggior parte dell' Europa.

STELLA	SPLENDORE
1. **Sirio**, α Canis maioris	8.00
2. **Canopo**, α Argûs	4.00
3. **Pittagora**, α Centauri	2.00
4. **Arturo**, α Bootis	1.44
5. **Dante**, β Orionis	1.32
6 **Arod**, α Aurigae	1.00
7. **Vega**, α Lyrae	1.00
8. **Procione**, α Canis minoris	1.00
9. α Orionis	0.95

STELLA	SPLENDORE
10. **Armi,** α Eridani	0. 89
11. **Aldebaran,** α Tauri	0. 88
12. β Centauri	0. 80
13. **Antares,** α Scorpionis	0. 78
14. **Afme,** α Crucis	0. 78
15. **Adid,** α Aquilae	0. 70
16. **Galileo,** α Virginis	0. 62
17. **Andi,** α Piscis australis	0. 52
18. β Crucis	0. 50
19. **Polluce,** β Geminorum	0. 49
20. **Archimede,** α Leonis	0. 49
21. α Gruis	0. 46
22. β Crucis	0. 43
23. ε Orionis	0. 39
24. ε Canis majoris	0. 38
25. **Sibilla,** α Cygni	0. 37
38. β Tauri	0. 27
39. **Stella polare,** α Ursae minoris	0. 27
49. **Rèfinam,** ζ Ursae majoris	0. 24
66. β Leonis	0. 21
67. **Michelangelo,** α Ophiuci	0. 21
68. γ Cygni	0. 21
69. **Fedecom,** β Cassiopeiae	0. 21
92. **Eled,** α Serpentis	0. 18
146. β Cygni	0. 14
187. σ Scorpii	0. 13
188. τ Argus	0. 13
189. **Idid,** δ Aquilae	0. 13

Dalla precedente tavola emergono questi semplici rapporti, utili e facili a rammentarsi. Le tre stelle, modelli di prima grandezza, cioè Arod, l' α della Lira, e

l' α del Cane minore, splendono egualmente, e ciascuna il doppio di quelle che comunemente vengono considerate le quattro più deboli stelle di prima grandezza, α Piscis australis, β Crucis, β Geminorum, ed α Leonis. L' α di Orione splende quasi egualmente come le tre stelle modello. Pittagora splende il doppio di ciascuna delle tre stelle modello, Canopo il doppio di Pittagora, e Sirio il doppio di Canopo: quindi Sirio splende otto volte più di Arod, sedici volte più di β Crucis, e di Polluce, ecc.

Giovanni Herschell reputa che per valutare approssimatamente il chiaror medio assoluto delle varie classi, o della così detta grandezza, delle stelle, prima, seconda, terza, ecc., sia da aggiugnersi la frazione 0.41 all' indice ordinario di grandezza, e far il quadrato dell' indice così aumentato. Lo splendor reale della stella, s'intende sempre agli occhi nostri, sarebbe in ragion inversa di questo quadrato: insomma come varierebbe lo splendore di una medesima stella, portandola successivamente a distanze proporzionali all' indice così accresciuto.

La quantità media di luce mandataci dalle stelle di diversa grandezza, esprimendo questa grandezza colla scala ordinaria, e prendendo sempre per unità lo splendore di Arod, sarebbe in circa come segue:

GRANDEZZA secondo la scala ordinaria	QUANTITÀ di luce
1.ª	1. 00
2.ª	0. 25
3.ª	0. 15
4.ª	0. 10
5.ª	0. 07
6.ª	0. 04

Generalmente si considerano come di prima gran-

dezza soltanto le prime venti stelle. Siccome però i limiti delle grandezze sono, sino ad un certo punto, arbitrarii, così, per ragioni di simmetria e di Memnotecnica io considero 24 come il numero delle stelle di prima grandezza; 72, o triplo del precedente, il numero delle stelle di seconda grandezza: 216, o triplo pure del precedente, il numero delle stelle di terza grandezza; quelle di quarta 432, od il doppio di quelle di terza; quelle di quinta 864, od il doppio di quelle di quarta: in tutto 1608 stelle delle prime cinque grandezze: il resto delle visibili ad occhio nudo saranno di sesta grandezza.

Esaurite le 190 stelle, delle quali Giovanni Herschell misurò la luce, io ho scelto i numeri progressivi delle altre 254 stelle del mio piccolo catalogo, colla norma che sto per dire.

Il mio piccolo catalogo si compone esclusivamente, o quasi esclusivamente, delle stelle che fan parte de' miei asterismi, o i appartengono alle geuranie da me scoperte. Vi sono, contuttociò, tutte quelle che anche d'altronde sogliono attrarre l'attenzione universale, cioè tutte le stelle di prima grandezza; tutte quelle di seconda. e la maggior parte, cioè 172, di quelle di terza grandezza, con 120 di quarta, 41 di quinta, e 12 di sesta grandezza. Ho cercato tutte queste stelle in varii cataloghi, ma principalmente in quello di Argelander, e da essi ho desunto gli ordinarii indici di grandezza 1; 1.2; 3.2, ecc. per ogni stella: indi ho assegnato a ciascuna un numero celeste, scelto in parte arbitrariamente, ma fra ristretti, e non interamente arbitrarii confini. Valendomi di quella parte che inevitabilmente avvi tuttora di incerto e di arbitrario nella classificazione delle stelle per nominali grandezze, determino i confini dei varii ordini e sottordini con una legge di progressione e di simmetria, facile a riconoscersi, e a ricordarsi, come segue.

GRANDEZZA	SOTTO-GRANDEZZA	LIMITI DEI NUMERI CELESTI	NUMERO TOTALE DI STELLE	
	1 · 1	1 al 4	4	
1	1	5 al 16	12	
	1 · 2	17 al 24	8	24
	2 · 1	25 al 36	12	
2	2	37 al 72	36	
	2 · 3	73 al 96	24	72
	3 · 2	97 al 132	36	
3	3	133 al 240	108	
	3 · 4	241 al 312	72	216
	4 · 3	313 al 384	72	
4	4	385 al 600	216	
	4 · 5	600 al 744	144	432
	5 · 4	745 all' 888	144	
5	5	889 al 1320	432	
	5 · 6	1321 al 1608	288	864
6	6	1609 al 4200 ?		2592

Argelander, giustamente adottato da Humboldt come la più competente autorità in siffatto genere di ricerche, stima il numero approssimativo delle stelle dei primi nove ordini come segue:

1.ª	grandezza	20	stelle
2.ª	id.	65	id.
3.ª	id.	190	id.
4.ª	id.	425	id.
5.ª	id.	1100	id.
6.ª	id.	3200	id.
Stelle visibili ad occhio nudo		5000	
7.ª	id.	13000	id.
8.ª	id.	40000	id.
9.ª	id.	142000	id.
Totale . .		200,000	stelle delle prime 9 grandezze

La prima colonna del mio piccolo catalogo di 444 stelle conterrà il *numero celeste*. I primi cinque numeri celesti si possono considerare come corrispondenti in modo sicuro e preciso al fatto. Gli altri che seguiranno sino al numero 100 vi corrispondono in una maniera più dubbia, e meno precisa, ma certamente molto approssimata. Per esempio la stella Castore che porta il numero 26, potrebbe per avventura essere, nel fatto, la ventesima quinta, o la ventesima settima del cielo, ma non certamente la ventesima, nè la trentesima. I numeri seguenti, corrisponderanno al reale splendore della stella in maniera certamente poco precisa, ma pure non gran fatto lontana dal vero. Per le stelle variabili il numero celeste corrisponde al massimo ordinario della

loro luce. S' intende però sempre non grandezza o luce assoluta della stella, ma soltanto la di lei chiarezza sensibile a noi, e dipendente non solo dalla quantità totale di luce da lei emanata, ma ancora dalla sua distanza, generalmente a noi ignota.

Il nostro sole veduto da Giove, splende 27 volte meno che da noi: in Nettuno 900 volte meno che in Terra. Tuttavolta anche per gli abitanti di quell'estremo pianeta, se ve ne sono, il sole sarà sempre il **Sole**, val a dire estremamente più luminoso di tutti gli altri corpi celesti. Compensando, rispetto alla facoltà abbagliante, la minor quantità di luce, colla concentrazione in un disco di diametro apparente 30 volte più piccolo, il sole abbacinerebbe un occhio umano anche in Nettuno Ivi la luce del grande astro sarà circa trecento volte più forte che non è per noi il lume della piena luna nelle notti serene, o almeno centomila milioni di volte superiore alla luce mandata a noi da un' ordinaria stella di prima grandezza. Ma se, rimanendo noi dove siamo, il sole si trasportasse presso Pittagora, che è la stella a noi più vicina, cioè ad una distanza 225000 volte maggiore dell'attual distanza del sole da noi, il sole non sarebbe più per noi che la terza o quarta stella del cielo: poichè brillerebbe incirca come Pittagora stesso, o il doppio di un'ordinaria stella di prima grandezza; che è quanto dire un cinquanta mila milioni di volte meno che ora non fa.

La distanza di Sirio da noi, come vedremo in altra lezione, è un milione di volte più grande che la distanza da noi al sole: dunque se il sole fosse portato alla distanza di Sirio, rimanendo noi ove siamo, egli ci manderebbe una quantità di luce un bilione di volte minore di quella cui ora ne riceviamo. Wollaston trovò per mezzo di esperienze fotometriche dirette, che la luce di

Sirio, tal quale a noi giunge, sta a quella del sole nel rapporto di uno a venti milà milioni. Se questa stima è giusta, la luce intrinseca di Sirio sarebbe cinquanta volte più forte di quella del sole: e questo, dalla distanza di Sirio, ridurrebbesi per noi ad una delle più deboli stelle di seconda, o ad una delle più chiare di terza grandezza.

Dalla distanza di Unim il sole sembrerebbe ancora una stella di prima grandezza, benchè delle meno forti. Risplenderebbe incirca come Andi, ossia Fomalhaut, che è per noi la diciassettesima stella del cielo. Anche di qui si fa palese quanto sia grave l'errore, da me in altra lezione combattuto, di credere il nostro sole una delle più meschine fra tutte le stelle.

Sirio resterebbe una delle più cospicue stelle di prima grandezza anche trasportato a distanza doppia di quella che ha da noi, cioè ridotta ad un quarto della sua chiarezza attuale: diventerebbe una delle più deboli stelle di prima grandezza, ma pur ancora di prima grandezza, trasportato ad una distanza quadrupla dell'attuale, con che la sua luce ridurrebbesi per noi alla sedicesima parte di quella cui ora vediamo. La stella modulo di prima grandezza, Arod, trasportata ad una distanza doppia dell'attuale, diventerebbe una stella di mezzano splendore fra quelle di seconda grandezza. Una mediocre stella di seconda grandezza, per esempio Rèfinam, che è la 49 del cielo, allontanata del doppio, diverrebbe di quinta grandezza: una mediocre stella di terza diverrebbe di sesta se parimenti venisse allontanata del doppio. Secondo altri, invece, una stella di seconda grandezza, allontanata il doppio, diventerebbe di quarta: una di terza diventerebbe di quinta. Queste non lievi disparità di apprezzamenti fotometrici mostrano il bisogno di istituire delle osservazioni con metodi ed istrumenti suscettibili

di maggior precisione. Tuttavolta, malgrado la loro imperfezione, i mezzi sinora impiegati, non fossero che una semplice ma accurata e ripetuta osservazione, ed un paragone oculare delle varie stelle in differenti circostanze, bastano a renderci certi che una stella comunemente notata nei cataloghi come di grandezza 2.3, od anche $2 \frac{1}{2}$, è meno brillante di una stella comunemente notata come di grandezza 2, ma più brillante di un'altra comunemente notata come di grandezza 3, od anche 3.2. Perciò quando nel nostro catalogo si vedrà per esempio la stella Isbe, o γ Sagittarii, notata fra quelle di terza grandezza, e di sottograndezza 3.4, col numero celeste 276, questo numero si deve ad ogni modo risguardare come un segno spedito, comodo, e convenzionale, perciò non soggetto a contestazione, per individuare quel tal astro; ma si può inoltre considerare come una indicazione più o meno accurata, più o meno approssimativa, dell'ordine suo di splendore: cioè esser desso una delle meno brillanti stelle di terza grandezza; e siccome la sottoclasse 3.4 estendesi esattamente o prossimamente dalla 241 alla 312, se la stella convenzionalmente da noi chiamata 276 non è precisamente la dugensettantesimasesta stella del cielo per isplendore, è nondimeno probabile che ve ne saranno almeno 240, ma non più di 312, che di chiarore la sorpassino. Questi larghi limiti di approssimazione e di probabilità hanno già una qualche importanza anche pel semplice e generale scopo scientifico dell'Uranografia: ma hanno poi una speciale anzi capitale importanza per me, come meglio si vedrà nelle lezioni relative alle Geuranie.

La maggior parte dei numeri celesti ora da me adottati coincidono con quelli dell'altra opera mia, Miranda, pubblicata 1860-1862; vi sono nondimeno alcune

diversità, benchè non di capitale rilievo, e che riduconsi principalmente alle seguenti:

MIRANDA		UNIVERSO
22	. . . .	23
23	. . . .	22
57	. . . .	89
89	. . . .	57
220	. . . .	282
221	. . . .	284
231	. . . .	258
242	. . . .	275
253	. . . .	231
274	. . . .	202
290	. . . .	203
295	. . . .	204
448	. . . .	572
451	. . . .	574
475	. . . .	366
484	. . . .	322
987	. . . .	1321
3333	. . . .	3000

La seconda colonna della nostra tavola di 444 stelle contiene il nome Bayeriano, cioè quello dato alla stella dallo stesso Bayer, o dagli astronomi posteriori dietro il suo sistema per le stelle scoperte dopo, o non notate nel catalogo di Bayer. La terza colonna conterrà il nome proprio più antico, come *Sirio*, *Canopo*, ecc., quando la stella ha uno di siffatti nomi. Delle due ultime colonne a destra, la prima contiene il nome topico; e questo è l' equivalente, meno preciso, ma molto più breve, di una indicazione della latitudine e longitudine, contando

quest' ultima dal primo punto del Toro, 1812 eccettuati alcuni pochi nomi topici riferiti all' Equatore del 1.° Gennaio 1840; e questi si distinguono dall' accento sulla penultima vocale nelle parole terminate da consonante per le stelle al Nord dell' equatore, o dall' accento sull' antipenultima vocale nelle parole terminate da vocale, ossia per le stelle al Sud dell' equatore. L' ultima colonna contiene il nome proprio istorico, quando ho stimato opportuno di dargliene uno. Quello che per ora adotto fra i varii nomi, e che sarà da me usato esclusivamente, o di preferenza, nelle future lezioni, sarà indicato nella tavola con un carattere speciale. Chi però avesse la pazienza di apprendere tutti i miei nuovi nomi, non farebbe opera a lui inutile quand'anche questi nomi non fossero destinati a venire in general uso: perchè, al rovescio delle sinonimie ordinarie, nelle quali dovete gravar la memoria di tre o quattro nomi per imparare una cosa sola, o più generalmente per non imparar neppur la cosa stessa, nè alcuna delle di lei proprietà, ma unicamente per poter intender gli altri quando la vogliono indicare, o farvi intendere volendola voi indicare ad essi, qui, per ogni nuovo nome mandato a mente, apprendereste almeno cinque o sei qualità o fatti relativi all' oggetto nominato. Io però, conoscendo abbastanza il mio tempo, mi rassegnerò il più delle volte a preferire la denominazione presentemente più usata, per ciascuna stella individuale.

LEZIONE LXII

Catalogo di stelle

A maggiore intelligenza dei nomi Bayeriani delle stelle, e per comodità ed istruzione di quelli che non conoscono l'alfabeto greco, premetto al catalogo delle nostre 444 stelle la serie delle 24 lettere greche, tanto maiuscole che minuscole. Le maiuscole sono quelle della prima fila a sinistra. La seconda finca contiene le corrispondenti lettere greche minuscole, le più usate nei nomi di stelle; e la terza fila contiene le forme varianti di alcune di esse lettere. Nella seguente finca vi sono i nomi greci delle lettere stesse. Ognuno può facilmente scorgere che dai nomi greci delle due prime lettere deriva la parola stessa di *Alfabeto*, come dai nomi delle prime tre lettere latine ed italiane derivano gli equivalenti, ma meno nobili ed anche meno comuni, nomi *Abecedarium*, *Abbiccì*.

Un'altra mia ragione dell'inserire in questa lezione l'alfabeto greco è per dar occasione a' miei lettori di riflettere agli stretti rapporti delle lettere greche colle romane o latine, che sono quelle comunemente adoperate da noi Italiani moderni, insieme coi Francesi, cogl' Inglesi, cogli Spagnuoli, ed ancora dai Tedeschi; benchè questi le abbiano rese brutte e faticose con una quantità di angolosi storpiamenti e di parasitiche appendici. Insomma servesi dell'alfabeto latino tutta l'Europa, ec-

cettuate la Grecia, la Turchia e la Russia. Usa pure il nostro alfabeto l'America, tanto settentrionale che meridionale. La leggenda attribuisce al Fenicio Cadmo l'importazione delle 16 lettere più necessarie da Tiro in Grecia verso l'anno 1500 avanti l'Era volgare; ed a Nicòstrata madre di Evandro l'importazione in Italia di diciassette lettere, circa tre secoli dopo. L'una e l'altra di queste due antichissime leggende hanno probabilmente un qualche fondamento di verità.

L'aggiunta posteriore, e separata, di otto lettere agli originarii alfabeti greco e latino, ha contribuito a diversificarli: ma è cosa più degna di meraviglia che in tre mila anni i due alfabeti sien rimasti così somiglianti, di quello che essi presentino le differenze attuali.

ALFABETO GRECO

FIGURA		NOME	VALORE
Α	α	Alpha	a
Β	β	Beta	b
Γ	γ	Gamma	g (ng, seguendo γ, κ, ξ, χ)
Δ	δ	Delta	d
Ε	ε	Epsilon	e breve
Ζ	ζ	Zeta	z
Η	η	Eta	e lungo
Θ	θ ϑ	Theta	th (*th* Inglese, *z* spagnuola)
Ι	ι	Iota	i
Κ	κ	Kappa	k, c
Λ	λ	Lambda	l
Μ	μ	My	m
Ν	ν	Ny	n

FIGURA	NOME	VALORE
Ξ . . .	ξ . . .	Xi x
Ο . . .	ο . . .	Òmicron . . . . . o breve
Π . . .	π ϖ .	Pi . . . . p
Ρ . . .	ρ . . .	Rho . . . . r, rh
Σ . . .	σ ς . .	Sigma . . . . s
Τ . . .	τ . . .	Tàu . . . . t
Υ . . .	υ . . .	Ypsilon . . . . u, y (*u* francese)
Φ . . .	φ . . .	Phi . . . . ph, f
Χ . .	χ . . .	Chi . . . . ch
Ψ . . .	ψ . .	Psi . . . . ps
Ω . . .	ω . . .	Omega . . . . o lungo.

Ripeto che la prima colonna del seguente catalogo contiene il numero celeste di ciascuna stella, la seconda il nome Bayeriano, cioè la denominazione data alla stella da Bayer o da altri astronomi secondo il sistema di lui; spesso ancora con un numero preso da qualche altro catalogo, per lo più quello di Flamsteed, allorchè erano esaurite, per le stelle di ciascuna costellazione, l'alfabeto greco minuscolo, e l'alfabeto latino maiuscolo e minuscolo. La terza colonna contiene il più vecchio nome proprio della stella, quando essa ne ha uno di tali; la quarta contiene il nome topico; la quinta ed ultima il nome storico. Ripeto ancora che quello fra i varii nomi della sinonimia che sarà usato di preferenza nelle future lezioni, è indicato con carattere distinto.

CATALOGO DI **444** STELLE

DISPOSTE SECONDO L' ORDINE APPROSSIMATIVO DEL LORO SPLENDORE

E COLLA SINONIMIA DE' VECCHI E NUOVI NOMI

STELLE DI PRIMA GRANDEZZA

SOTTOGRANDEZZA PRIMISSIMA, OD 1.1

1. α Canis majoris . . . . . **Sirio** . . . . Acfa
2. α Argûs . . . . Canopo . . . . **Acra**

2\. a η Argûs. . . . . **Caisme**

3. α Centauri . . . . Amlè . . . . **Pittagora**
4. α Boòtis . . . . **Arturo** . . . . Adef

SOTTOGRANDEZZA 1

5 β Orionis . . . . Rigel . . . . Ralacfò . . . . **Dante**

6\. α Aurigae . . . . Capretta . . . . **Àrod**

7\. α **Lyrae** . . . . Vega . . . . Àcin

8\. α **Canis minoris** . . Procione . . . . Dafymca

9.	α **Orionis**	Betelgeux	Saanancò	Platone
10.	α Eridani	Achernàr	**Armi**	
11.	α Tauri	**Aldebaràn**	Narimbò	
12.	β **Centauri**		Mafle	Oméro
13.	α **Scorpionis**	Antares	Narolbe	Zeusi
14.	α Crucis		**Afme**	Magellano
15.	α Aquilae	Ataïr	**Adid**	
16.	α Virginis	Spica	Adbe	**Galileo**

SOTTOGRANDEZZA 1.2

17.	α Piscis australis	Fomalhaut	**Andi**	
18.	β **Crucis**		Aflè	
19.	β Geminorum	**Polluce**	Dàbunab	
20.	α Leonis	Régolo	Màribab	**Archimede**
21.	α **Gruis**		Alfi	
22.	γ **Crucis**		Farle	Ermete
23.	ε Orionis		Saldo	**Adamo**
24.	ε **Canis**	Adara	Acma	

STELLE DI SECONDA GRANDEZZA

SOTTOGRANDEZZA 2.1

25.	α Cygni	Denèb	Enim	**La Sibilla**

25. a. λ **Scorpionis** . . . . Seidufce . . . .
26. α Geminorum . . . . . . **Càstore** . . . . Cèrabac
27. ε **Ursae majoris** . . Alioth . . . . Neenelam
28. α Ursae majoris . . . . . Duhbè . . . . **Leedutal**
29. ζ **Orìonis** . . . . Sedemdò
30. β **Argûs** . . . . Edre . . . . Watt
31. α **Pèrsei** . . . . Algenib . . . . Metabof . . . . Ipparco
32. γ **Argûs** . . . . Emna . . . . Gay Lussac
33. η Ursae majoris . . . . . Benetnàsch . . . . Seelilam . . . . **Washington**
34. γ Orìonis . . . . Bellatrix . . . . **Renco**
35. ε **Argûs** . . . . Esra . . . . Haüy
36. α **Triànguli** australis . . . . Erle

SOTTOGRANDEZZA 2

37. ε Sagittarii . . . . Ebci . . . . **Garibaldi**
38. β **Tauri** . . . . Nath . . . . Retimob . . . . Keplero
39. α Ursae minoris . . . . . **Polare** . . . . Sèmanon, Cemìsos (3q.) Ròmolo
40. θ **Scorpionis** . . . . Eorbe . . . . Tasso
41. α **Hydrae** . . . . Alpheràt . . . . Eemdà . . . . Curzio
42. δ **Canis majoris** . . . . Debisla . . . . Virginia
43. α **Pavonis** . . . . Denfi
44. γ **Leonis** . . . . Al Gieba . . . . Mènusab . . . . Sòcrate

45.	β **Gruis**		Elfi	
46.	α Arietis		**Efob**	Solone
47.	σ **Sagittarii**		Beotifbi	Lafayette
48.	δ **Argûs**		Erna	Lavoisier
48. a.	ο Ceti	Mira	**Dezotimoò**	
49.	ζ Ursae majoris	Mizàr	**Rèfinam**	Bruto I.
50.	β **Andròmedae**	Miràch	Derymod	Budda
51.	β **Ceti**	Diphda	Setubdi	
52.	λ **Argûs**		Enma	
53.	β **Aurigae**		Sericod	Danton
54.	γ **Andromedae**	Almàch	Lècurod	Confucio
55.	γ **Cassiopeiae**		Lecusol	Oximandias
56.	α **Andromedae**	Alpheràt	Cècumod	Semiràmide
57.	β **Ursae minoris**	Kochàb	Eelar	Carlomagno
58.	α **Cassiopeiae**	Schedir	Felmonol	
59.	β **Canis majoris**		Ebla	
60.	γ **Geminorum**		Ebba	
61.	κ **Orionis**		Esfo	
62.	δ **Orionis**		Refdò	
63.	ε **Pègasi**	Enif	Mètadid	Lutero
64.	β Pèrsei	Algol	**Meofidod**	Maometto
65.	γ **Draconis**	Etanin	Eser	

N.	Stella	Nome	Nome	Nome
66.	β **Leonis**	Denèbola	Retedac	Colombo
67.	α Ophiuci	Ras-Alhague	Eref	**Michelangelo**
68.	γ **Cygni**		Mederim	Davide
69.	β Cassiopeiae	Caph	**Fedecom**	Pan
70.	α **Pégasi**	Markàb	Sebitic	Noè
71.	β **Pègasi**	Scheàt	Seènacif	Fo-hì
72.	γ **Centauri**		Efle	Lucrezia

SOTTOGRANDEZZA 2.3

N.	Stella	Nome	Nome	Nome
73.	α **Coronae**	Gemma	Fetilel	Paolo
74.	γ **Ursae majoris**	Phacd	Meraral	
75.	ε **Scorpionis**		Erce	Virgilio
76.	ζ **Argûs**			Gerhardt
77.	β Ursae majoris	Meràc	**Leenamal**	
78.	α **Phoenicis**		Erli	Attilio Regolo
79.	ε **Bootis**	Micàr	Dèmobel	Milziade
80.	ι **Argûs**		Ebne	Ippòcrate
81.	α **Lupi**		Mebfe	
82.	ε **Centauri**		Elfe	
83.	η **Canis majoris**		Edma	
84.	β **Aquàrii**		Mèbosib	
85.	δ **Scorpionis**		Ebbe	Tiziano

86.	ϵ **Cygni**		Memitil	Carlo Martello
87.	η **Ophiuci**		Ereb	Ottone
88.	α **Cephèi**	Aderamin	Cèbyson	
89.	θ_3 **Centauri**		Fedde	
90.	γ **Corvi**		Besolce	Ticone Brahe
91.	η **Centauri**		Elde	
92.	α Serpentis		**Eled**	Scipione
93.	δ **Leonis**		Neselac	Cicerone
94.	κ **Argus**		Esna	Dalton
95.	β **Corvi**		Ecce	Huyghens
96.	β **Scorpionis**		Nèbaceb	Correggio

STELLE DI TERZA GRANDEZZA

SOTTOGRANDEZZA 3.2

97.	ζ **Centauri**		Ilfe	
98.	ζ **Ophiuci**		Nicec	
99.	α **Aquarii**		Inic	
100.	π **Argûs**		Idma	Millière
101.	γ Aquilae		**Idif**	
102.	δ **Centauri**		Idle	
103.	δ **Cassiopeiae**	Rucbàh	Liminol	Sesostri

104.	α **Lèporis**		Risaclo	
105.	δ **Ophiuci**	Yed	Miterec	
106.	η **Bootis**		Cinased	
107.	α **Ceti**		Ilco	
107. a.	ζ **Sagittarii**		Cicarbi	Cromwell
108.	η **Draconis**		Ciciser	Morse
109.	π **Ophiuci**			
110.	β Draconis		Nitemer	**Linnéo**
111.	β Librae		**Liseb**	
112.	γ **Vìrginis**		Birudeb	Leibnizio
113.	μ **Argûs**		Ibme	
114.	β Arietis		**Ifob**	
115.	δ Sagittarii		Ibbi	**Cincinnato**
116.	γ **Pègasi**	Algenib	Binodoc	
117.	α Librae	Zubeneschemali	**Libeb**	Newton
118.	λ **Sagittarii**		Bifadbi	Mazzini
119.	β **Lupi**	Vindemiatrix	Mimde	
120.	ε **Virginis**		Birenec	Stéphenson
121.	α **Columbae**		Ismo	
122.	θ **Aurigae**		Sifoc	
123.	β **Hèrculis**		Misudel	Cairola
124.	ι **Centauri**			

125.	δ **Capricorni**		Imbi	
126.	α **Canum** venaticorum		Sidabal	Shakespeare
127.	δ Corvi		Iccè	Cartesio
128.	β Ophiuci		Sidyred	
129.	δ Cygni		Lifilin	
130.	ε Pèrsei		Nifatoc	Guglielmo Tell
131.	η Tauri	Alcyone, La Plèiade	Miralob	
132.	β Erìdani		Irdo	
132. a.	β Canis majoris		Cifyrca (nome topico equatoriale)	
132. b.	η Canis majoris		Citysda (n. t. equat.)	

SOTTOGRANDEZZA 3

133.	θ **Argûs**	Idne	Davy
134.	ζ **Pèrsei**	Inoc	
135.	β **Hydri**		
136.	ζ **Hèrculis**	Misafem	
137.	ε Corvi	Ibce	Copernico
138.	ι **Aurigae**	Iroc	
139.	γ Ursae minoris	Ilar	**Gùtemberg**
140.	η **Pègasi**	Isif	Eròdoto
141.	β Arae	**Sidfe**	Corneille

142. α **Anseris Americani**
143. β **Capricorni** . . . . Ficolib
144. ζ **Aquilae** . . . . Icif
145. β **Argûs**
146. β **Cygni** . . . . Albireo . . . . Disatil
147. γ **Pèrsei** . . . . Mirilof . . . . Pindaro
148. μ **Ursae majoris** . . Tania . . . . Lisad . . . . Isaia
149. β **Trianguli** Borealis . . . . Fitobod . . . . Goffredo
150. π **Scorpionis** . . . . Leonardo
151. β **Lèporis** . . . . Ririflo
152. δ **Pèrsei** . . . . Niderod . . . . Alfredo
153. ψ **Ursae majoris** . . . . Minomaf . . . . Temistocle
154. γ **Lupi**
155. υ **Scorpionis**
156. ι **Orionis** . . . . Isdò . . . . Talete
157. ε **Aurigae** . . . . Irod
158. γ **Lyncis**
159. ζ **Draconis** . . . . Bibules . . . . Volta
160. α **Arae** . . . . Sinde
161. π **Sagittarii**
162. π **Herculis** . . . . Nitotem
163. β **Canis minoris** . . . . Icca

164. ζ **Tauri** . . . . Isbo
165. δ **Draconis** . . . . Icos
166. μ Geminorum . . . . **Bidybba**
167. α **Muscae**
168. γ **Bootis** . . . . Cimosel . . . . **Fidia**
169. ε **Geminorum** . . . . Ibab
170. δ **Herculis** . . . . Ridurel
171. δ **Geminorum** . . . . Cibba
172. α **Hydri**
173. τ **Scorpionis** . . . . Nisanbe . . . . Murillo
174. q **Orionis**
175. β **Cephei**
176. ζ **Hydrae**
177. θ **Ursae Majoris** . . . . Filylaf
178. ι Ursae majoris . . . . . Tallta . . . . **Fibotad**
179. η **Aurigae**
180. γ **Hydrae** . . . . Idce
181. β **Trianguli** australis . . . . Inle
182. γ **Lyrae** . . . . Icim
183. η Geminorum . . . . **Bibybba**
184. γ **Cephei** . . . . Miurolon
185. ϰ **Ursae majoris** . . . . Ficysad

186.	ε Cassiopeiae	Midorol	**Euclide**
187.	σ **Scorpionis**	Nimyfbe	Rubens
188.	τ **Argûs**		
189.	δ Aquilae	**Idid**	
200.	η **Herculis**	Miben	
201.	γ **Phoenicis**	Isli	
202.	β **Phoenicis**	Irli	
203.	δ **Virginis**	Bisoseb	
204.	β **Pavonis**	Cimli	
216.	ι **Draconis**	Iber	
222.	δ **Crucis**	Ifme	Trismegisto
223.	δ **Aquarii**	Ninesbi	
224.	ζ **Aquarii**	Inib	
225.	γ Arae	**Siffe**	Racine
227.	υ **Argûs**	Dinne	
228.		**Ifla**	
229.	ζ **Aurigae**	Risoc	
231.	γ **Herculis**	Minabel	
232.	β **Bootis**	Idem	Achille
233.	ο **Canis**	Icla	
234.	κ **Centauri**	Milde	

236. η **Ceti** . . . . Binco
237. ι **Ceti** . . . . Sisabci
238. ν **Cratèris** . . . . Inda
239. δ **Tauri** . . . . Nifbò

SOTTOGRANDEZZA 3.4

241. ζ **Cygni** . . . . Nifil
224. α **Retìculi** . . . . Ibro . . . . Lincoln
243. γ **Delphini** . . . . Lìnudif
244. ξ **Draconis** . . . . Sidibes . . . . Plinio
246. λ **Draconis** . . . . Firam
247. α **Fornacis** . . . . Iflo
248. . . . . Imfo
249. δ **Erìdani** . . . . Ildo . . . . Vasco di Gama
250. η **Erìdani** . . . . Ifco
251. ε **Erìdani** . . . . Limurdo . . . . Dàndolo
252. α Hèrculis . . . . **Riòferef**
253. ζ **Canis majoris** . . . . Bilifma
254. ε **Herculis** . . . . Inem
256. ι **Herculis** . . . . Iren . . . . Cuvier
257. μ **Herculis** . . . . Sìdecem

258. ζ **Bootis** . . . . Ifed
259. ζ **Leonis** . . . . Imac
260. η **Leonis** . . . . Imab . . . . Montgolfier
261. θ **Leonis** . . . . Irab . . . . Fulton
262. 20 **Librae** . . . . Ilbe
263. 40 **Lyncis** . . . . Firac
265. ε **Ophiuci** . . . . Ninec
266. η **Orionis** . . . . Rimdò
267. λ **Orionis** . . . . Iscò
269. δ **Bootis** . . . . Fistel . . . . Ypsilanti
270. γ **Pavonis** . . . . Dirli
271. ζ **Pegasi** . . . . Iric . . . . Goethe
272. θ **Pegasi** . . . . Nilic . . . . Schiller
275. β **Delphini** . . . . Lifycif
276. γ **Sagittarii** . . . . Isbe . . . . Cavour
277. δ Serpentis . . . . **Iled**
278. ε Serpentis . . . . **Imed**
279. α **Sceptri** . . . . Irdo
280. ϰ **Scorpionis** . . . . Simce . . . . Klopstock
281. μ **Scorpionis** . . . . Irce . . . . Valmiki
282. δ **Ursae majoris** . . . . Misocam
283. γ **Trianguli** australis

284. δ Andròmedae . . . . **Citilod**
285. λ **Ursae majoris** . . . . Litad
286. ν **Ursae majoris** . . . . Nilanad
287. o **Ursae majoris** . . . . Idal
288. θ **Orionis** . . . . Sibisdò
291. ζ **Virginis** . . . . Cituseb . . . . Voltaire
292. η **Virginis** . . . . Bidiceb . . . . Bacone
293. h **Ursae majoris** . . . . Dilal
294. β **Virginis** . . . . Isab
296. θ **Aquilae** . . . . Fisic
297. 72 Ophiuci . . . . **Isef**
300. α **Draconis** . . . . Eonan . . . . Alessandro III.
301. . . . . **Cornelia**
303. . . . . **Eponina**
304. . . . . **Fonseca**
305. η Aquilae . . . . **Diunòbib** (n. t. equat.)
306. β **Lyrae** . . . . Biocèfif (n. t. equat.)
307 ε **Aurigae** . . . . . . Riodòfol (n. t. equat.)

STELLE DI QUARTA GRANDEZZA

SOTTOGRANDEZZA 4.3

313.	α Muscae?	**Oloc**	
321.	ρ **Bootis**	Odel	
322.	γ **Coronae**	Lòdolel	Aristotele
323.	α **Delphini**	Lolafif	
324.	δ **Pavonis**	Ocli	
340.	ξ **Hydrae**	Bomocfe	
341.	λ **Ophiuci**	Nòdofed	
342	γ **Capricorni**	Lotubdi	
343.	ξ **Ursae majoris**	Nòlulad	
360.	ν **Draconis**		Ehrenberg
366.	ζ **Cassiopeiae**	Folol	
368.	υ **Cassiopeiae**	Ofol	
369.	δ Cephei	**Noumòrim** (n. t. equat.)	
370.	ζ Geminorum	**Coufùbad** (n. t. equat)	

SOTTOGRANDEZZA 4

444.	$\varkappa$ **Cassiopeiae**	Lobedom	Menète
449.	ι **Andromedae**	Cofacol	

450.	$\varkappa$ **Andromedae**		Colucol	
451.	π Andromedae		**Dòbarod**	
452.			**Osfa**	
453.	ω **Aquarii**		Rocci	
454.	β Aquilae		**Odid**	
455.	c **Argûs**		Orna	
456.			**Ofne**	
457.	ι Argûs		Ofma	
458.	θ **Bootis**		Sotaban	
459.	ι **Bootis**		Sòsysam	
460.	$\varkappa$ **Bootis**		Sòrysam	
461.	36 Eridani		**Losoflo**	
464.	θ **Capricorni**		Locobbi	
469.	λ **Bootis**		Bolem	
471.	μ **Bootis**		Fòbifem	
476.	ι **Cassiopeiae**	Motysol	Ctesibio	
478.	ρ **Centauri**		Odle	
479.	$\varkappa$ **Centauri**	Fotcè		
480.	δ **Cephei**	Comotom		
481.	Berenicis		**Socarad**	
482.	θ **Coronae**		Fonosel	Licurgo
483.	β **Coronae**		Fonanel	Publicola

486.	ε **Coronae**	Lonanel	Pietro di Russia
487.	α **Corvi**	Botucde	Cassini
488.	γ **Cratèris**	Osca	
489.	ε **Crucis**	Ofme	
490.	η Cygni	**Olim**	Unniade
491.	υ **Cygni**	Onil	
492.	ν **Cygni**	Onim	
493.	31 Cygni	**Momofin**	
494.	32 Cygni	**Mòrelin**	
496.	δ **Delphini**	Lomycif	
497.	ε **Delphini**	Locatif	
498.	κ **Draconis**	Olan	
499.	θ **Draconis**	Coler	Daguerre
501.	ζ **Eridani**	Locymdo	
502.	27 Eridani	**Lolyclo**	
503.	33 Eridani	**Lonuflo**	Hiram
504.	ρ Herculis	**Ròdeben**	
505.	σ Herculis	Omen	
506.	τ **Herculis**	Olen	
507.	φ **Herculis**	Fòfen	
509.	111 Herculis	**Ocil**	
510.	λ **Hydrae**	Onda	

512. β **Hydrae** . . . . Ucfe
513. β **Indi** . . . . Odfo
514. μ **Leonis** . . . . Olac
515. b **Leonis** . . . . Onac . . . . Torricelli
516. 21 Leonis minoris . . . . **Olad**
517. η **Leonis** . . . . Sonorfo
518. Lyncis . . . . **Fotac**
519. ε **Lyrae** . . . . Cònidin
521. 11 Unicornis . . . . **Bomebfa**
522. ? Scorpionis . . . . **Poussin**
523. π 1 **Orionis** . . . . Notimco
524. π 3 **Orionis** . . . . Notunco
525. π 5 **Orionis** . . . . Notabdo
526. δ **Pavonis** . . . . Ocli
527. δ **Phoenicis** . . . . Osmi
529. ε **Piscium** . . . . Cocob
530. η **Piscium** . . . . Domob
531. . . . . **Domil**
532. α **Sagittae** . . . . Dosysif
533. β **Sagittae** . . . . Dosesif
534. δ **Sagittae** . . . . Fobysif . . . . Bernoulli
535. γ **Sagittae** . . . . Foletif . . . . Eulero

536.	ϕ **Sagittarii**	Obbi	Riego
537.	τ **Sagittarii**	Colbi	
538.	? **Scorpionis**	Orce	Ariosto
539.	η **Scorpionis**	Orde	Camoens
540.	? **Scorpionis**	Sonce	Milton
542.	γ **Tauri**	Nofumbo	
543.	γ **Anseris americani**	Olli	
545.	? **Scorpionis**		Alberto Durer
550.	δ **Cancri**	Fosùsac (n. t. equat.)	
551.	ι **Cancri**	Fotìtad (n. t. equat.)	
552.	α **Cancri**	Lodidac (n. t. equat.)	
558.	$\varkappa$ **Pegasi**	Onif	
559.	o **Pèrsei**	Omoc	
560.	μ **Tauri**	Nodcò	
561.	ω **Scorpionis**	Nocabeb	
562.	ν **Scorpionis**	Noceb	
563.	68 Ophiuci	**Somed**	
564.	60 Ophiuci	**Sotaned**	
565.	ν **Bootis**	Fòrem	
566.	ς **Orionis**	Somdo	
567.	ε **Aquarii**	Ocif	
572.	ε Andròmedae	**Cosafod**	

574. π Andromedae . . . . **Dòbarod**
579. p Ophiuci. . . . . **Sòned**
580. τ **Cygni** . . . . Nobim
581. μ **Cygni** . . . . Norotif
582. δ **Equulei**. . . . . Molim
583. I **Antinoi** . . . . Fonic
600. λ **Geminorum** . . . . Comba

SOTTOGRANDEZZA 4.5

621. δ **Coronae** . . . . Lolylel . . . . Giustiniano
622. ω **Draconis** . . . . Flonas
623. ζ **Lyrae** . . . . Còmibin
624. δ **Piscium** . . . . Codob
626. δ **Ursae minoris** . . . . Oson
627. ε **Ursae minoris**. . . . . Obar . . . . Cèsare
633. ζ **Ursae minoris**. . . . . Odar . . . . Marco Aurelio
700. ε **Tauri** . . . . Nomodbo
740. τ **Lupi** . . . . Oldè

STELLE DI QUINTA GRANDEZZA

SOTTOGRANDEZZA 5.4

800. σ **Bootis** . . . . Udel

900. . . . . **Ipazia**
952. i **Bootis** . . . . Udem
953. ι **Capricorni** . . . . Lumecbi
954. ? **Berenicis** . . . . Sucirad
955. **Berenicis** . . . . Sudonad
956. **Berenicis** . . . . Sumalad
958. ι **Coronae** . . . . Lunetel . . . . Jefferson
963. 28 Eridani . . . . **Lulodlo**
964. υ Eridani . . . . Fulmo
965. A **Eridani** . . . . Umdò . . . . Ruyter
967. λ **Herculis** . . . . Urel
968. 52 Herculis . . . . **Muren**
969. Hydrae . . . . **Ubfe**
971. . . . . **Subebbe**
972. ξ **Persei** . . . . Unoc
973. η **Sagittae** . . . . Futif . . . . Rousseau
974. . . . . **Sulilbe**
975. τ **Tauri** . . . . Nubob
976. b Tauri . . . . **Munalob**
977. d Tauri . . . . **Muryfob**

978. e Tauri . . . . **Murolob**
979. 68 Tauri . . . . **Nufbo**
980. . . . . **Fubad**
981. . . . . **Rutybbe**
982. 69 Leonis . . . . **Urba**
983. φ **Cygni** . . . . Fubim . . . . Sobiesky
984. . . . . **Mucir**
985. ψ **Cygni** . . . . Mubir
986. . . . . **Mutin**
988. z **Cygni** . . . . Ufim
989. . . . . **Lutil**
999. η **Ursae minoris** . . . . Durar. . . . . Raffaele
1000. ε **Equùlei** . . . . Lumabid
1001. g **Pègasi** . . . . Nudatid
1002. G **Antinoi** . . . . Fumic
1003. d **Hèrculis** . . . . Numem
1004. c **Herculis** . . . . Nurem
1005. . . . . **Nufin**

SOTTOGRANDEZZA 5.6

1321. 61 Cygni . . . . **Unim**
1400. π **Coronae** . . . . Bolivar

STELLE DI SESTA GRANDEZZA

2041.	? Comae	**Ysad**	
2221.	Sagittae	**Fytif**	Bonnet
2222.	Crucis	**Yfle**	
2223.	Hydrae	**Ybfe**	
2224.	67 Pègasi	**Ybof**	
2225.	72 Pègasi	**Bybof**	
2226.	73 Pègasi	**Bydof**	
2227.	c Tauri	**Myrilob**	
2228.	f Tauri	**Myrifob**	
2229.	k Tauri	**Myrolob**	
2233.	Sagittac	**Lytif**	Sismondi
3333.	ς Octantis, **Stella polare del Sud**	Ysbe	Marco Polo.

CATALOGO
DI 24 STELLE VARIABILI PERIODICHE
SECONDO HUMBOLDT ED ARGELANDER

NUMERO CELESTE	SPLENDORE massimo	SPLENDORE minimo	PERIODO giorni	PERIODO ore	PERIODO minuti	NOME BAYERIANO	NOME TOPICO EQUATORIALE
9	1	1.2	196	—	—	α Orionis . .	Saànirbo Saanancò (eccl.)
41	2	2.3	55	—	—	α Hydrae . .	Meèbasba Eemdà (eccl.)
48ª	2.1 a 4	0 (*)	331	20	—	o Ceti	Fezìdufbo Dezitimcò (eccl.)
58	2	3.2	79	3	—	α Cassiopeiae	Beisùmom Feìmonol (eccl.)
64	2	4·3	2	20	49	β Persei · . .	Leolìbol Meofidòd (eccl.)
71	2	2.3	40	23	—	β Pegasi. . .	Reelèrid Seènacif (eccl.)
252	3	4.3	66	8	—	α Herculis. .	Rionòlec Riòferef (eccl.)
305	3.4	4.5	12	21	45	β Lyrae . . .	Biocèfif
306	3.4	4.5		?		ε Aurigae . .	Riodòfol
307	3.4	5.4	7	4	14	η Aquilae . .	Diunòbib
369	4.3	5.4	5	8	49	δ Cephei . . .	Noumòrim
370	4.3	5.4	10	3	35	ζ Geminorum	Couffùbad
569	4 a 5	0	495	—	—	30 Hydrae (Hev.)	Dozòbodde
570	4 a 6.7	0	406	1	30	χ Cygni . . .	Dozonòdim
950?	5.4a6.5	6 a 9	71	17	—	R Clypei . . .	Bùytymbi
1010?	5	0	312	18	—	R Leonis. . .	Muzilàdac
3000?	6	0	323	—	—	R Coronae . .	Myzimòsed
4000?	6.7	0	359	—	—	R Serpentis .	Myzimòmec
4500?	6.7 a 7	0	145	21	—	R Virginis. .	Byzerùreb
5000?	6.7 a 9	0	388	13	—	R Aquarii . .	Syzòlanci
10000?	7	0	380	—	—	R Cancri . . .	Afzodàdac
15000?	7.8	0		?		S Cancri . . .	Afzusòtac
17000?	7.8 ad 8	0	367	5	—	S Serpentis .	Alzosylec
40000?	8	0	350	—	—	R Pegasi. . .	Erzilùtib

(*) NB. — Lo zero in questa colonna, e la lettera Z in quella dei nomi topici, indicano l'invisibilità assoluta, od una visibilità al di sotto della decima grandezza. La voçale che segue la Z indica, a larghi limiti, il periodo; cioè:

Da 0 a 4 mesi ZA; Da 4 ad 8 mesi ZE; Da 8 a 12 mesi ZI; Da più di un anno ZO; Periodo ignoto ZU.

LEZIONE LXIII

Distanza di varie stelle.

Le dimensioni della Terra servono di base per la parallassi del Sole e de' pianeti, e quindi per la determinazione approssimativa delle loro distanze. Ma questo metodo è inapplicabile al ritrovamento della distanza delle stelle fisse, attesa l' enormità di questa stessa distanza in paragone del diametro del nostro pianeta. Fa d' uopo il ricorrere ad una base ventiquattromila volte più grande che il diametro della terra, cioè al diametro dell' orbita terrestre, osservando ogni stella ad intervallo di sei mesi dall' una all' altra osservazione, e quindi da due punti opposti di un diametro dell' orbita terrestre, ma scegliendo questo diametro in guisa che egli sia perpendicolare alla linea condotta dal sole alla stella. Ciò nondimeno, questa gran base è ancora insufficiente per la parallassi della maggior parte delle stelle. Nessuna di esse soffre alcun apparente spostamento, anche osservata successivamente da due punti distanti uno dall' altro trecento milioni di chilometri, qual è incirca la lunghezza del diametro dell' orbita terrestre, all' infuori di otto o nove stelle individuali, ed eccettuati pure i movimenti apparenti dipendenti dall' aberrazione (Lez. LVI, pag. 309), ed i movimenti reali proprii delle varie stelle, come del nostro sole.

La prima stella della quale fu scoperta la paral-

lassi, e quindi la distanza, è una delle meno risplendenti agli occhi nostri: una stella di quinta-sesta grandezza, denominata, nel catalogo di Flamsteed, la 61 del Cigno, e da me designata col nome topico *Unim*, e col numero celeste 1321 (Catal. pag. 495). La scoperta della parallassi di Unim fu fatta dall'illustre astronomo tedesco Bessel, ma egli non la pubblicò immediatamente. La prima di cui fu pubblicata la parallassi è la stella di primissima grandezza Pittagora, od α Centauri. È la più vicina fra quelle delle quali è stato possibile sinora il determinar la distanza; forse realmente la più vicina di tutte, certamente poi una delle più vicine. L'apparente spostamento ch'ella soffre, osservandola da due opposti punti dell'orbita terrestre, e cercando per mezzo dei più precisi micrometri la variazione della di lei distanza angolare da altre stelle in apparenza a lei vicinissime, benchè in realtà di gran lunga più di lei distanti, è un po' meno di due minuti secondi. La sua parallassi, o l'angolo sotto il quale si vedrebbe dalla stella il raggio dell'orbita terrestre, è la metà dell'apparente variazione, cioè un po meno di un minuto secondo; e più precisamente 0" 913.

Sarebbe cosa più semplice e comoda il definire, come è definita in Miranda, per parallassi di una stella l'arco della volta celeste intercetto fra le due apparenti posizioni della stella, osservata da due punti opposti dell'orbita terrestre, simmetrici alla posizione vera della stella: ma più comunemente si intende per parallassi di una stella la metà della quantità superiormente definita, cioè l'angolo sotto il quale si vedrebbe dalla stella il raggio medio dell'orbita terrestre. Del rimanente il risultato del calcolo, nel determinare la distanza della stella, è identico con l'una o l'altra definizione; come più generalmente è indifferente pel rigore del raziocinio, che un termine si definisca in un modo od in un altro,

purchè, lungo tutto il processo del ragionamento, noi usiamo sempre ciascun termine nel senso rigoroso della datagli definizione. Per maggiore agevolezza di calcolo mentale, supponiamo che la parallassi di Pittagora sia precisamente un minuto secondo. Ora noi sappiamo dalla Trigonometria che l' arco ed il seno di un minuto secondo sono incirca la dugentomillesima parte del raggio del circolo al quale quel seno od arco appartengono (*).

Imperciocchè un arco piccolissimo confondesi col suo seno, come colla sua tangente. Siccome vedete, approfitto il più sovente che posso, dell' occasione di toccare anche per incidenza, alcune delle verità le più feconde, e praticamente utili, ma, ad un' ora, delle più belle e facili ad apprendersi, della Geometria e dell' Algoritmo. Imperciocchè la nuova e vera Filosofia, la **Filosofia Enciclopedica**, la quale io mi son preso l' ardua missione di iniziare in queste popolari lezioni, deve in precipuo modo ispirarsi ai principii della Matematica, e ai di lei metodi informarsi.

Adunque se la parallassi della stella Pittagora fosse esattamente un minuto secondo, la di lei distanza da noi sarebbe incirca dugentomila volte più grande che il raggio dell'orbita terrestre, ossia 200,000 volte più grande che la distanza del sole da noi; e tale la stimò Henderson, secondo le osservazioni da lui fatte al Capo di Buona Speranza. Ma Maclear, precisando meglio il calcolo, trovò la parallasi di questa stella alquanto minore di un se-

---

(*) Più precisamente

$$\text{Sen. } 1''. = 0.000004848.$$

Ossia: il seno, la tangente, l'arco di un minuto secondo, stanno al raggio del circolo prossimamente come 1 : 206270.

condo; cioè 0″.913. Una sì piccola differenza, in tal genere di quantità, non è già una contraddizione al calcolo di Henderson, ma più veramente una conferma. Dunque la distanza dev'essere un po' più di duecentomila: conciossiachè la distanza è in ragion inversa della parallassi.

Or siccome la distanza del sole da noi è 150 milioni di chilometri, moltiplicando questo numero per l'altro di 200,000 si rileva che la distanza della stella Pittagora è maggiore di trenta bilioni, dico 3×10^{13}, ossia il 3 seguìto da 13 zeri, di chilometri. Ma d' altra parte queste sono quantità troppo difficili ad abbracciarsi da una mente avvezza soltanto a calcoli ordinarii. Torna più comodo il ridurre le distanze delle stelle ad *anni di luce,* val a dire al tempo impiegato dalla luce di una stella per giugnere sino a noi, nella nota ragione di 300,000 chilometri al secondo prossimamente (Lez. LIV, pag. 244, Vol. II.), e contentandoci anche qui di larghe e comode approssimazioni, diremo in numeri tondi che la luce corre circa cinque bilioni di miglia, od un bilione di miriametri, ogni anno. Possiam dunque dire che la luce di Pittagora impiega circa tre anni e mezzo per arrivare di là sino a noi; o con più breve frase: Pittagora è distante tre anni e mezzo. Con analogo significato diremo che Unim dista nove anni ed un terzo; l' Alfa della Lira dodici anni; Sirio quattordici anni; Sòned, o p Ophiuci, 20 anni. Fibotad 24; Arturo 25; la stella Polare 48; Arod 70 anni. È facilissimo convertire il tempo in distanza reale, se stiam paghi al semplicissimo, benchè non esatto, modulo di un bilione di miriametri, ossia dieci milioni di milioni di chilometri, per ogni anno di viaggio della luce. Così dai precedenti dati è facilissimo il dedurre che Pittagora dista trentacinque bilioni di chilometri; Unim 93 bilioni, α Lyrae 120 bilioni, e via dicendo. Ne fo il seguente quadro, coi nu-

meri più sminuzzati, quali risultano dai rispettivi calcoli, non già che vi sia la più piccola speranza ragionevole di esattezza al di là delle due o tre prime cifre.

PARALLASSI
e distanze di nove stelle

Numero celeste	NOME NUOVO	NOME VECCHIO	PARALLASSE	DISTANZA essendo 1 quella del sole	Anni di luce
3	**Pittagora**	α Centauri .	0".913	220000	3.54
1321	**Unim** . . .	61 Cygni . .	0".348	593000	9.29
7	**Àcin**. . . .	**Vega** . . .	0".261	790000	12.39
1	**Acfà**. . . .	**Sirio** : . .	0".193	1069000	16.75
579	**Sòned** . .	p Ophiuci. .	0".162	1273000	20.00
178	**Fibotad** .	ι Ursae maj.	0".133	1551000	24.32
4	**Adef** . . .	**Arturo** . .	0".127	1622000	25.46
39	**Cemìsos** .	Stella polare	0".067	3079000	48.27
6	**Arod** . . .	Capretta. . .	0".046	4484000	70.30

La parallassi di Unim è dovuta, come dissi, a Bessel; quelle di Pittagora e di Sirio furono scoperte dall' inglese Henderson; quella di Vega dai due astronomi tedeschi Struve e Peters; la parallassi di Fibotad, di Arturo, della Polare, e di Arod da Peters solo: quella di

Sòned fu trovata da un altro astronomo tedesco, Krüger, a Bona nel 1862.

Fra tanti e tanti altri milioni di stelle che vi sono in cielo, non è stato sinora possibile il rinvenire la parallassi approssimata di alcuna, ad eccezione delle nove testè nominate. È probabile che esse siano delle più vicine, ma non già che esse sieno precisamente le nove più vicine di tutte: perocchè la possibilità di trovare la parallassi, non dipende soltanto dalla comparativa vicinanza della stella, ma altresì dall' accidentale e non frequente circostanza che essa abbia in grande prossimità apparente, e non reale, un' altra stella, e che questa apparente vicinanza sia così stretta che la latitudine dell' error probabile nel misurare col micrometro la variazione di quella distanza apparente, di sei in sei mesi, sia abbastanza lungi dall' eguagliare la probabile parallassi.

Facciamo intanto quel poco che si può, ragionando sopra le circostanze di queste pochissime stelle, dotate di una parallassi discretamente nota. Cinque fra esse sono di prima grandezza, anzi fra le sette stelle più brillanti di tutte, cioè quelle che portano i numeri celesti 1, 3, 4, 6, e 7. Una è di seconda grandezza, la 39, o la stella polare; una di terza, Fibotad, ossia la 178; una di quarta, Sòned, o la 579; una infine di quinta, e quasi sesta, che è Ùnim, ossia la 1321. Sono tutte notoriamente doppie o multiple, ad eccezione forse di Fibotad. Dico forse, perchè sebbene io non sappia ch' ella sia doppia, pur potrebbe esserlo, senza che noi ce ne siamo accorti. Infatti la circostanza della moltiplicità non aiuta punto la scoperta della parallassi: bensì inversamente la maggior vicinanza, che ha reso agevole la determinazione della parallassi, facilitò eziandio lo scoprimento della doppiezza: onde è probabile che sieno doppie o multiple anche la maggior parte delle altre stelle del Cosmos, ab-

bastanza vicine per esser distinte ad occhio nudo, od almeno col telescopio, ma non abbastanza per esser risolute nelle loro componenti anche coi migliori istrumenti sino ad ora costrutti. Il nostro sole certamente non è stella doppia, nè fa parte di una stella doppia; egli è perciò di una categoria, in qualche guisa, eccezionale: ma è un' eccezione delle più fortunate per noi; perchè se egli avesse un vicino compagno, le variazioni nel flusso e riflusso del mare, nelle stagioni, e nelle perturbazioni planetarie, sarebbero senza dubbio incomode, probabilmente fatali, alla razza umana. Non badate gran fatto agli scrittori che fanno della Rettorica scientifica, e deplorano il nostro andar privi dell' incantevole spettacolo di molti soli vicini, con varii e graziosi colori. Onde alleggerire alquanto la fatica di queste gravi considerazioni scientifiche, mi fo lecito di rammentarvi una favola di Esopo: « Fu annunziato ad una rana che il sole stava per prender moglie. Ella ne pianse, e disse: ora ci scotta tanto egli solo; che sarà di noi meschinelle quando gli saran nati dei figli? »

Tutte le stelle hanno un piccolissimo e lentissimo moto apparente, il quale dipende dal loro moto reale, e da quello del nostro sole. È facile il dedurne l'esistenza di un moto reale e proprio in tutte le stelle: quale però e quanto sia precisamente il moto reale di una stella, non può accertarsi, ove ella non sia fra le pochissime delle quali è nota la distanza reale: anzi ciò non basta ancora ad altro che a stabilire un limite inferiore dalla loro velocità; cioè quella che avrebbero se il loro moto reale fosse in direzione perpendicolare alla retta misurante la loro distanza da noi. Infatti se la stella si movesse in realtà lungo quest' ultima linea, essa non avrebbe agli occhi nostri alcuna velocità apparente. La velocità reale eguaglia l' apparente divisa pel seno dell' angolo, gene-

ralmente ignoto, del raggio visuale colla velocità effettiva. Le projezioni, sempre minori delle velocità reali, sono già considerabili per le stelle di nota parallassi; cioè

α	Bootis. . .	**Arturo** . . .	88	chilometri al 1″
61	Cygni . . .	**Unim**	64	»
α	Aurigae . .	**Àrod**	48	»
p	Ophiuci . .	**Sòned** . . .	33	»
α	Canis majoris	**Sirio**	24	»
α	Centauri . .	**Pittagora** . .	20	»
α	Lyrae. . .	**Àcin**	20	»
α	Ursae minoris	**Stèlla Polare**	2	»

Sappiamo già che la velocità assoluta del nostro sole, con tutto il suo sistema, è di 4 chilometri al secondo. Di qui si scorge esser ella decisamente fra le piccole più presto che fra le grandi velocità assolute di stelle: e questa pure è un' altra contingenza buona per noi.

LEZIONE LXIV

Stelle multiple, e variabili

Si chiama stella doppia un sistema di due soli, i quali girano uno attorno all' altro, o più veramente attorno al loro comune centro di gravità. Benchè la loro mutua lontananza sia sempre di moltissimi milioni di miglia, pure la loro comune distanza da noi, sterminatamente

maggiore della loro distanza reciproca, fa sì che non si possono discernere una dall'altra le due stelle componenti, se non generalmente col mezzo dei più perfetti telescopii, ed il chiarore cui ci mandano contemporaneamente all' occhio disarmato ce le fa comparire quali un' unica stella. Cento anni fa si conoscevano appena venti stelle doppie; ora se ne conoscono più di sei mila. Da quanto osservammo nella precedente lezione risulta la somma probabilità che sia per iscoprirsene un numero sempre maggiore quanto più verran perfezionandosi i telescopii.

Vi sono in cielo parecchie paia e gruppi di stelle di splendore poco disuguale, e a distanze angolari sensibilissime anche ad occhio nudo da una all' altra, come di uno o più gradi; minore però della media distanza angolare delle altre stelle della stessa classe. Io ho sospetto, non prova, che alcune di quelle combinazioni non siano casuali, e che siavi un reale rapporto di vicinanza relativa fra esse, e non una semplice e prospettica apparenza di prossimità. Se quegli apparenti rapporti sono reali, anche una coppia di stelle, ambedue discernibili ad occhio nudo, per esempio *Bibybba Bidybba ; Mimde Milde; Sidfe Siffe*, si potrebbe chiamare una stella doppia; ed. un gruppo come quelli delle Pleiadi, delle Iadi, della Chioma di Berenice, potrebbe chiamarsi una stella multipla. Queste denominazioni però di stelle doppie, triple, multiple, sono riservate a quelle combinazioni di stelle, angolarmente così vicine, da non potersi discernere una dall' altra ad occhio nudo, ma soltanto coll' aiuto di buoni telescopi. Anche una così piccola distanza angolare potrebbe essere un mero effetto di prospettiva; ma è assai più probabile che la vicinanza sia reale, e non soltanto apparente. Intendo sempre una vicinanza relativa, cioè in confronto all' enorme distanza di molti

bilioni di leghe da noi, ove si trovano le stelle semplici o multiple. Per esempio la bella stella Càstore, o Cèbac, la 26 del cielo, osservata con istrumenti di forte ingrandimento, scorgesi composta di due stelle di terza grandezza, Cevabac, Cevebac, distanti una dall' altra 5". Questa distanza apparente non è che la projezione della loro distanza reale, la quale non può mai esser minore della perpendicolare condotta da una delle due stelle sopra la visuale dell' altra. Un arco di cinque minuti secondi è incirca la 40,000 esima parte del raggio. Se pertanto la distanza di Castore da noi fosse 40 bilioni di miglia, la distanza delle due stelle componenti sarebbe almeno mille milioni di miglia, quindi maggiore della distanza di Saturno dal Sole.

Herschel primo, Guglielmo, contò più di 500 stelle doppie, distanti una dall' altra meno di un mezzo minuto o trenta secondi. Struve, l' illustre astronomo di Dorpat, ha scoperto egli solo quasi due mila stelle doppie. Avvene molte, dice Herschell secondo, per le quali la distanza attuale delle due componenti è minore di un minuto secondo; fra le altre ε Arietis; γ ed η della Corona; η e ζ di Ercole. Si sono classificate le stelle doppie secondo la distanza apparente delle componenti, chiamando di prima classe quelle di cui le componenti sono le più vicine; ma è una classificazione da abbandonarsi sollecitamente; giacchè si è scoperto questo fatto bello ed importante, che le stelle doppie girano attorno al loro comune centro di gravità, ubbidendo alle due prime leggi di Keplero, quindi anche alla terza, e più generalmente alle leggi neutoniane dell' attrazione universale. Perciò è certo che la distanza apparente delle stelle componenti deve variare sensibilmente, dal massimo al minimo, non solo secondo l' eccentricità delle due ellissi, contrariamente situate, ma ancora secondo l' orientazione del loro

piano rispetto a noi, potendo ancora il minimum della distanza apparente ridursi rigorosamente a zero.

La polare è una delle stelle doppie. Essa ha due molto ineguali componenti, cioè una di seconda, ed un'altra di nona o decima grandezza. Appunto per la sua presente qualità di stella polare, il più acconcio di lei nome topico è quello relativo alle coordinate equatoriali, *Cemìsos* (*). Potremo dunque dire che *Cemìsos* è composto di *Cemivàsos*, e di *Cemivésos*.

Anche la più splendida delle stelle fisse, Sirio, è doppia, come già accennai. La sua doppiezza era già

(*) Questo nome topico è desunto dalle coordinate equatoriali del 1840, come indica la tavola, pag. 456. Siccome per la precessione degli equinozii va continuamente variando la declinazione, e più ancora l'ascension retta di ogni stella, il nome topico equatoriale della polare, conforme all'attuale posizione del polo, sarebbe *Cesòsos*, parola meno gradevole a pronunciarsi che *Cemìsos*. Quest'ultimo nome basta però ad individuare la stella polare anche di qui ad un migliaio di anni e più. Le due ultime consonanti, *s*, *s*, della parola *Cemìsos*, indicano chiaramente una declinazione fra 88° ed 89°, ossia una distanza angolare dal polo, minore di 2°. La prima vocale *e* indica una stella di seconda grandezza; ora essendo la superficie della sfera eguale a 41253 gradi quadrati, in una equabile distribuzione di spazio fra le prime 41 stelle, toccherebbero circa mille gradi a ciascheduna; fra le cento più brillanti ne toccherebbero circa 400 per una; cioè uno spazio almeno cento volte più grande di quello al quale il nome topico Cemìsos riduce la stella con tal nome designata. È difatti una bella, singolare, e per noi utile circostanza, una notabile *Geurania* contemporanea, che una delle quaranta più splendide del cielo trovisi ai nostri tempi ad una così piccola distanza angolare dal nostro Polo.

stata sospettata da Bessel, a cagione dell' irregolarità del suo moto proprio. L' Americano astronomo Clark, nella notte del 31 Gennaio 1862, col potente telescopio a riflessione dell' osservatorio di Cambridge, presso Boston, scoperse effettivamente che *Acfa*, o Sirio, è composto di una lucentissima stella, e di un' altra molto meno brillante, di quinta-sesta grandezza, la quale fu tosto, ma impropriamente, chiamata il satellite di Sirio. Cotesto preteso satellite ha una luce sua propria, dunque è stella, non pianeta primario, nè secondario. La teoria neutoniana, e l' osservazione dei movimenti apparenti delle due componenti, *Cavafa*, e *Cavefa*, in unione al dato approssimativo della loro distanza da noi, la quale serve pure a determinare la loro reciproca distanza media, han posto gli astronomi in grado di scoprire la massa delle due componenti, e la forma e grandezza delle orbite ellittiche ch' esse descrivono attorno al loro comune centro di gravità. Abbiamo appreso da Newton stesso, che due corpi i quali attraggonsi debbono descrivere attorno al comune centro di gravità, in egual tèmpo, due ellissi simili, ma rivolte in direzione contraria. I diametri omologhi di Cavèfa, o della minore, sono doppii di quelli dell' orbita del maggior componente, o Cavàfa; donde si deduce chè la massa di Cavafa è doppia della massa di Cavefa: chè il comune centro di gravità dista sempre dai due corpi in ragione inversa delle lor masse. Ognuna delle due ellissi ha un' eguale ma considerevole eccentricità, stando l' asse minore al maggiore nel rapporto di 4 : 5 : ma le distanze estreme variano, di necessità, in un rapporto molto più considerevole. La loro distanza minima, presa per unità la distanza del sole da noi, è 14, o media fra quelle di Saturno e d' Urano; la distanza massima è quadrupla della minima, ossia 56 : la distanza media è 35, o poco maggiore di quella di Nettuno dal sole.

Il tempo della loro rivoluzione è già stato determinato, benchè esse non ne abbiano ancora compiuto che una quinta parte dacchè furono scoperte: il periodo è di 49 anni e mezzo. Da questo periodo, e dalla distanza media reciproca delle due componenti, si argomenta, secondo le leggi neutoniane dell' attrazione universale, che la massa, o peso assoluto, di Cavafa è undici volte più grande di quella del Sole; e quella di Cavefa cinque volte e mezza la massa del sole: quindi la massa totale di Sirio è 16 volte e mezza più grande che la massa solare. È facile scorgere che la luce di questi due astri è estremamente lungi dall' essere proporzionale alla loro massa. Infatti se lo fosse, Cavefa sarebbe ancora da per sè una stella di prima anzi primissima grandezza; eppur non isplende che come una di quinta o sesta grandezza. Benchè Cavefa pesi cinque volte più del sole, pure ha una luce intrinseca cinque volte più piccola di quella del sole, o 25 volte più debole di quella che le competerebbe per giusta proporzione. Cavafa, per lo contrario, ha una luce più forte di quello che la proporzione della massa di lei colla massa terrestre parrebbe doverle assegnare; e ciò è vero, benchè in diverso grado, per Sirio intero: conciossiachè la massa totale è soltanto da 16 in 17 volte maggiore della massa del sole, mentre la quantità totale di luce emessa, in un dato tempo, è in una proporzione tre volte più forte. Così viene piuttosto a verificarsi, per la total massa di Sirio paragonata a quella del sole, una delle probabili conseguenze dell' ipotesi cui svolgerò in alcuna delle future lezioni, intorno alla formazione delle stelle e dei pianeti: cioè che il calore primitivo sia proporzionale al quadrato della massa, diviso pel raggio; ed il calore e luce emessa, a cose altronde eguali, sieno proporzionali alla potenza $\frac{4}{3}$ ossia alla radice cubica del biquadrato, della massa.

Una diversità non minore, anzi più forte, si riscontra nel relativo splendore delle due componenti di *Cemìsos*, ossia della stella polare: imperciocchè *Cemivàsos*, ossia la componente principale, è di seconda grandezza, e di splendore quasi pari alla stella totale; ma *Cemivèsos* è soltanto di nona o decima grandezza.

Pittagora, ossia l' α del Centauro, il cui nome topico ecclittico più breve è Amlè, componsi di due stelle, le quali, secondo il nostro sistema di nomenclatura, chiameremo *Mavàle*, e *Mavéle*, con un periodo di 78 anni. La reciproca loro distanza media è uguale incirca alla distanza dal Sole a Saturno. Unim componsi di *Unevìm*, e di *Unavìm*, distanti fra loro, in media, 45 raggi dell' orbita terrestre, con un periodo di 452 anni. Se ne inferisce che la massa totale di Pittagora è tre quarti, e quella di Unim un terzo di quella del sole, o quattro noni della massa di Pittagora.

Sòned, o p Ophiuci, è composto di due stelle di colore e splendore disuguali, cioè *Sovanèd*, giallo e di quarta grandezza; *Sovenèd* purpureo, e di sesta grandezza. La loro reciproca distanza è 29, cioè eguale incirca a quella di Nettuno dal sole; il periodo è da 92 in 94 anni, o circa quattro settimi del periodo di Nettuno. E conciossiachè la massa del corpo centrale è prossimamente proporzionale al cubo della distanza del satellite, ed in ragione inversa del quadrato del tempo impiegato da questo satellite nella sua rivoluzione attorno al corpo centrale, si rileva dai precedenti dati che la massa di Sovaned sta a quella del Sole, prossimamente come il cubo di 29 sta al quadrato di 92, cioè che la massa del più grosso componente di Sòned è quasi tripla di quella del Sole.

Oltre le stelle doppie sonvene ancora delle triple, quadruple, o di un qualunque numero di componenti,

ed esse vengon chiamate, in genere, stelle multiple. Il numero però delle multiple più che doppie è di gran lunga minore che quello delle stelle doppie. Vero è che questa circostanza potrebbe anche dipendere da questo: che la maggior parte delle stelle trovate doppie fossero in realtà di una più complicata composizione, ma tale che le componenti minori siano troppo piccole per essere discernibili coi telescopii attuali. Così la stella Sibisdò, o la Theta di Orione, fu un tempo creduta una stella doppia, poi divenne tripla, indi sestupla, ed ora si considera come settupla, cioè composta di sette distinte stelle telescopiche; ma potrebbe darsi che ella divenisse centupla, o di una moltiplicità anche maggiore, di mano in mano che si van perfezionando i telescopii, e fors' anche il raziocinio di quelli che li maneggiano. Imperciocchè essi ammettono sin d' ora esser ella circondata da una delle più belle e grandi nebulosità, quella che si chiama la nebulosa di Orione, la quale si potrebbe distinguere nella nomenclatura topica col nome di *Sigabisdo*. Alcuni credono che la reciproca situazione della stella multipla e della nebulosità sia un semplice e casuale effetto di prospettiva, e la distanza della stella multipla sia soltanto di pochi anni, mentre quella della nebulosa sarebbe secondo essi di molte migliaia od anche un milione di anni. Io penso, per lo contrario, che la stella multipla sia il centro fisico della nebulosa, e che quindi la loro distanza media da noi sia la medesima.

È un fatto notabile che per lo più i varii componenti delle stelle doppie o multiple sono di differenti colori; spesso di colori complementari. A cagion d'esempio la stella 54, il di cui nome Bayeriano è γ Andromedae, ed il nome topico Lècurod (vedete il catalogo, pagina 477) è tripla, ed è formata da una

grande stella rossa, accompagnata da due più piccole di un bel color verde smeraldo. Ora il verde è il color complementare del rosso. La 44, che è γ Leonis, o Mènusab, è costituita da una stella gialla e da una verde. Questo, nondimeno, non è il color complementare del giallo. La 146, i di cui nomi proprii sono β Cygni, o Dìsatil, è composta da una stella gialla e da un'altra un po' più piccola di colore azzurro: neppur questo è il colore complementare del giallo. Vi sono poi ancora delle stelle doppie delle quali ambi i componenti hanno una stessa tinta; per modo d'esempio la famosa 61 del Cigno, od Unim, e l'ancor più famosa Alpha del Centauro, o Pittagora, sono composte ognuna di un paio di stelle giallo-arancio: e così, necessariamente, anche la stella totale brilla di un colore giallognolo aranciato. La maggior parte però delle stelle sono bianche, come lo è il sole; ed è chiaro che se una stella multipla è bianca, le di lei componenti debbono di necessità essere o tutte bianche, ovvero di colori complementari.

Non può dunque esservi dubbio che la circostanza dei colori complementari nelle stelle doppie corrisponde in gran parte ad un fatto reale, e non di semplice apparenza: ma può ancora in parte dipendere da un'illusione ottica, o più veramente da una speciale disposizione fisiologica del nostro organo visivo. Se noi per alcuni istanti miriamo un corpo di vivissima luce bianca, poi chiudiamo gli occhi, ci sembra per qualche tempo di vederlo tuttora, benchè più debolmente, e ciò a cagione della permanenza dell'imagine, o, a meglio dire, per la permanenza dell'eccitamento nervoso della retina; ma in breve la stanchezza nervosa fa sì che all'imagine bianca, nel fondo dell'occhio chiuso, sottentra una macchia nera della medesima forma; poi ricompare il bianco, più debole di prima, poi di nuovo il nero; e

la vicenda prolungasi per un certo tempo. Ma se chiudiamo gli occhi dopo di aver fissato un corpo verde, ci sembra di vederne nno rosso. In generale noi vediamo ad occhi chiusi il colore complementare di quello che ci ha vivacemente impresso e stancato lo sguardo. Per la medesima ragione, anche ad occhi aperti, se vediamo prossimi due lumi di color differente; uno più forte e l'altro più debole, ci accade di leggieri di attribuire al lume debole il color complementare del colore dell'altro, ancorchè la vera tinta del corpo meno luminoso differisca alquanto dal preciso colore complementare.

A maggior sicurezza di essere inteso da tutti, dirò che Newton chiamò colori complementari quelli che riuniti formano il bianco. Sappiamo che i sette colori dell'iride, o dello spettro solare, formano, riuniti, la luce bianca: ma il bianco, od almeno una tinta quasi bianca, è formata altresì dall'unione dei tre principali fra i sette colori, val a dire dal rosso, dal giallo e dal turchino; od ancora da uno solo di questi tre, e dal colore misto od intermedio degli altri due. Così il verde, oltre all'essere un colore primitivo e semplice, risulta eziandio dalla mescolanza del giallo e del turchino: perciò il verde è il color complementare del rosso, e viceversa. Similmente l'aranciato od orange, che risulta dall'unione del rosso col giallo, è il complementare del turchino, come il turchino è complementare dell'arancio; il violetto è complementare del giallo, ed il giallo del violetto. Ho preso occasione di toccare almeno per incidenza questa bella teoria dei colori complementari, non solo per la sua relazione coi fenomeni delle stelle doppie, ma ancora per le utili applicazioni pratiche che se ne posson fare alla Pittura, ed a varie arti industriali.

Esiste nella costellazione della Croce del Sud, presso la stella Kappa, un'altra stella grandemente multipla, o.

gruppo di stelle, nel quale Giovanni Herschell, quello che io chiamo Herschell secondo, od il figlio dello scopritore di Urano, contò ben cento dieci stelle distinte, e sette sole di una grandezza superiore alla decima; e tutte insieme, viste col telescopio, formano un oggetto così bello e così brillante, che egli paragonolle ad uno scrigno di diamanti, di rubini, di topazii, di smeraldi, e di altre pietre preziose.

Anche fra le stelle assolutamente o relativamente semplici, ve ne sono molte delle colorate. Arturo, Antares, o l'Alpha dello Scorpione, che sono stelle semplici, o non ancora risolute, egualmente che l'Alpha di Orione, Mira, l'Alpha di Ercole, che sono doppie, si chiamano stelle rosse, non perchè invero lo sieno in modo assoluto, ma perchè nel loro prisma il rosso prevale alquanto sopra gli altri colori elementari. Con simile limitazione si deve intendere la qualifica di stelle gialle, attribuita a Procione, od Alpha del Cane piccolo, ad Arod, od Alpha del Cocchiere, ed alla Stella Polare. Agli occhi miei individuali, tutte tre le stelle testè nominate sono bianche, non gialle: ma poichè altri le chiamano gialle, sussisterà probabilmente che sia in esse una leggera prevalenza di tinta gialla. Così dicono ancora che Castore, o l'Alpha dei Gemelli, è verde; anche qui non può trattarsi che di una piccola prevalenza del verde sopra gli altri sei colori elementari, poichè agli occhi di non molto fina sensibilità cromatica, essa pure è bianca, o quasi bianca.

È singolare che vi sia quistione anche sul colore della più splendida fra tutte le stelle: Sirio. Gli antichi astronomi la dicevano rossa: ma è da riflettersi che gli antichi astronomi facevano due sole classi di stelle in rapporto al colore; le bianche e le rosse, evidentemente inchiudendo in quest'ultima categoria anche quelle di

altro colore: forse perchè il rosso è in realtà la tinta più frequente di tutte, dopo il bianco, fra i varii colori delle stelle. Humboldt e quasi tutti gli astronomi moderni, potrei dire anche odierni, chiamano Sirio una stella bianca. Ai miei occhi, invece, essa è azzurra; intendo non un azzurro carico, ma una bellissima tinta turchino-chiara. E qui poi son certo che l'apparenza non deriva da illusione od imperfezione della mia personale facoltà visiva, od almeno non son io solo a veder Sirio quasi turchino, perchè mi son sentita confermare la mia impressione da parecchi altri, astronomi e non astronomi. E non bisogna fidarsi dei ragionamenti fondati su questi tre diversi colori, rosso, bianco, azzurro, per argomentare un reale cambiamento nella costituzione fisica di Sirio. Un tale cambiamento è possibilissimo senza dubbio, ma non provato, in rispetto a Sirio, come è provato e certo per altre stelle. Sirio pareva turchiniccio, anche a Lalande, il quale nella prefazione al Catalogo di Flamsteed, da lui riprodotto nel 1795, chiamò la luce di Sirio eguale incirca a quella di Giove, ma diversa di tinta, essendo bianca ed argentina quella del gran pianeta, e turchiniccia, *bleuâtre*, quella di Sirio. Non pago di averlo osservato tante volte ad occhio nudo, volli mirarlo con un telescopio a lenti acromatiche, nell'osservatorio astronomico di Bologna: e ne vidi il fulgore, quale è descritto da Galileo, che primiero fra i mortali ebbe il merito e la sorte di sottoporlo all'osservazione telescopica, cioè vivo ed ammirabile, sopra quello dei più preziosi diamanti. Sirio scintilla come tutte le altre stelle. Gli effetti della scintillazione, ad occhio nudo, sono due; le fuggevoli e rapidissime ecclissi parziali o totali della stella, ed il suo cangiar di colore. Il primo di quei due effetti della scintillazione sparisce nel cannocchiale, ma rimane il secondo. Ora fra i varii colori dell'iride che

in rapida successione mi apparivano guardando Sirio col cannocchiale, i pue prevalenti erano il rosso e l'azzurro, ma più l'azzurro che il rosso; lo che prova che per me anche ad occhio nudo, la tinta prevalente di Sirio dev' essere turchina: e tale pure essa parve al Dottor Michiez, direttore dell' Osservatorio.

Se il preteso cambiamento del colore di Sirio da rosso a bianco, o dal rosso all'azzurro, fosse reale, Sirio meriterebbe di essere annoverato fra le stelle variabili. Il colore cangiante delle stelle, durante una frazione di minuto secondo, come avviene nella scintillazione, è dovuto, non già ad una reale ed intrinseca mutazione della stella, ma alla varia rifrazione sofferta dalla di lei luce nel traversare la nostra atmosfera, agitata continuamente da flutti aerei di mutabile forma e densità, ed altresì soggetta sempre, anche con un cielo apparentemente sereno, a parziali precipitazioni di vapore, donde si formano dei milioni di temporanee goccioline, pronte a vaporizzarsi di nuovo prima assai di essere discese a terra: e queste goccioline, per necessità, decompongono i raggi delle stelle, e rifrangono e riflettono verso di noi ora uno ora un altro dei colori dell' iride. Infatti, la scintillazione è maggiore presso all'orizzonte, ove i raggi della stella debbono traversare per una lunghezza maggiore lo strato atmosferico; quasi nulla nei climi vicini all' equatore, perchè vi è minore l' umidità relativa; e maggiore altresì quando spira il vento, di quello che in un' aria apparentemente quieta: imperciocchè sono più rapidi e più varii di forma e di densità i flutti aerei allorchè il vento è forte, di quello che nell' aria comparativamente tranquilla; ed inoltre la mescolanza di strati o flutti aerei di diversa temperatura, e quindi con diversa tensione del vapore, produce quasi sempre una maggiore o minor precipitazione del vapore stesso. Ma

quando il cangiamento di apparente colore in una stella sostiensi per una serie di giorni o di anni, non si può nutrir dubbio intorno ad un effettivo od intrinseco cangiamento della stella medesima.

Il reale cangiamento di colore di una stella non può, a parer mio, interpretarsi che in due modi; o per un forte cangiamento di temperatura nel nucleo della stella, o per un cangiamento fisico o chimico nella di lei atmosfera. Credo che quest' ultima sia in realtà la causa più frequente dei diversi colori successivi di una medesima stella, e dei differenti colori contemporanei di stelle diverse. Si sa che i corpi solidi ad una temperatura superiore a 1200° sono *incandescenti*. cioè emettono una vivissima luce bianca; poi nel raffreddarsi a grado a grado prendono varie tinte, incominciando dal rosso, quindi passano al roseo, o color ciriegia, poi al giallo, o color paglia. Ma è quasi certo che la superficie della maggior parte delle stelle ha una temperatura non di un migliaio, ma almeno di un milione o di molti milioni di gradi, come il sole: perciò non è menomamente probabile che i soliti colori, rosso, giallo, verde, o turchino di tante stelle, anche fra quelle riputate costanti, sia dovuto ad una temperatura quale è quella che nei nostri gabinetti o nelle nostre officine si indica colle vaghe denominazioni di calor rosso, calor ciriegio, o calore paglia. È di gran lunga più verosimile che questi speciali colori di varie stelle abbiano la loro origine nella modificazione sofferta dai raggi del nucleo della stella nell' attraversare l' atmosfera propria di quella stella, carica di vapori, o formata da dei gas di natura chimica diversa dalla natura del gas azoto e gas ossigene, principali elementi della nostra atmosfera. Che se avvi reale cangiamento di questi colori, sarà probabilmente dovuto a differenti vapori o gas alternativamente

eruttati e precipitati, od assorbiti dalla stella nei cataclismi cui ella va soggetta, ed ai quali, come mostrerò fra poco, sono ad attribuirsi anche i forti cangiamenti nell' intensità luminosa delle stelle variabili.

Infatti la luce a noi mandata da Sirio è almeno cinquanta volte, secondo altri 63 volte, maggiore di quella che ci verrebbe dal sole portato alla distanza di Sirio: ma la massa totale di Sirio, o la somma delle masse delle due di lui componenti, non supera quella del sole nel rapporto di 63, ovvero di 50, ma solamente di sedici e mezzo ad uno. Che se la densità di quelle due componenti è incirca eguale a quella del sole, la somma delle loro superficie supererà la superficie solare in un rapporto anche minore che quello delle masse; conciossiachè, presa per unità la superficie del Sole, la superficie di Cavafa, la di cui massa è 11, sarebbe prossimamente 5; e la superficie di Cavefa, la di cui massa è 5.5, sarebbe incirca 3: quindi la somma delle due superficie sarebbe soltanto otto volte maggiore della superficie dal sole. Poichè dunque la luce intrinseca di Sirio è da sei in otto volte più forte di quanto corrisponderebbe alla sua superficie totale, è probabilissimo che questa superficie possegga una temperatura considerevolmente più alta di quella della superficie solare. Se la temperatura di Sirio, o quella invero di un' altra stella qualunque, fosse al di sotto di quel limite ove cominciano il color rosso, ed altre tinte, secondo le esperienze cui ci è dato di istituire sui corpi terrestri incandescenti, è probabilissimo, per me anzi certo, che a quelle enormi distanze di bilioni di leghe, nessuna stella sarebbe visibile a noi. Dunqne allorchè una stella cambia di colore agli occhi nostri per una notabile lunghezza di tempo, benchè quel cangiamento di colore ne accusi nno anche nello stato fisico del nucleo della

stella, è verosimile che la causa immediata del mutato colore consista nella eruzione, e nel successivo assorbimento o precipitazione, di diversi gas o di diversi vapori.

LEZIONE LXV

Stelle variabili

Dànno gli Astronomi il nome di stella variabile ad ogni stella la quale a lungo andare soffre un sensibile cangiamento sia nel colore o sia nell' intensità della sua luce. Ognuno comprende che il più notabile cambiamento possibile di tal genere è dal vedersi al non vedersi affatto. Fra le stelle che apparvero d' improvviso ad un tempo, e non si son più rivedute, dette perciò stelle temporanee, o nuove, la più famosa nei tempi antichi è quella di cui la subitanea comparsa nell' anno 125 avanti l' Era volgare eccitò l' attenzione di Ipparco, e lo mosse a formare un catalogo di stelle. Cinquecento tredici anni dopo, cioè nell' anno 389, ne apparve un' altra che per tre settimane splendette al pari di Venere, e disparve in seguito interamente. Essa brillava in prossimità apparente di Adid, o Alpha Aquilae. Ma la più famosa stella nuova dei tempi moderni è quella che mostrossi d' improvviso, nella costellazione di Cassiopea, la sera dell' 11 Novembre giuliano, o 21 Novembre secondo il calendario attuale, dell' anno 1572. Il di lei nome topico è Azulom. Essa aveva già sin d' allora lo splendore di Sirio: ma crebbe di giorno in giorno, ed eguagliò Giove,

poi Venere nel massimo della lucidezza di questo pianeta, al punto di divenir visibile alle persone di acuta vista, anche di bel mezzogiorno. Ma essa incominciò a venir meno in Decembre dello stesso anno. Nel mese di Marzo del 1574 era già affatto sparita.

Al certo non è a credersi ch' ella cessasse di esistere. Non può esservi il menomo dubbio ragionevole ch' essa trovisi tuttora nello stesso remotissimo punto del cielo ove la vide Ticone Brahe, o poco lungi di là, poichè ancor essa avrà probabilmente il suo moto proprio come le altre stelle dette fisse, benchè lentissimo in paragone della enorme distanza di molti bilioni di miglia. Infatti Ticone, coi migliori istrumenti che si possedessero poco prima dell' invenzione del telescopio, non iscoperse in lei alcuno spostamento nei diciassette mesi duranti i quali la osservò. Tanto da questa relativa immobilità, come dalla di lei vivissima scintillazione, rendesi chiaro ch' essa era veramente una stella, e non un pianeta; molto meno poi una cometa.

Per qual cagione è dessa divenuta a noi invisibile? Perchè la di lei superficie si è raffreddata, e raffreddandosi ella è divenuta meno luminosa, poscia probabilmente si è consolidata e conseguentemente resa opaca. Che la di lei invisibilità, dopo aver ella brillato di così viva luce, sia dovuta ad un durevole e grande raffreddamento della superficie, non è una semplice ipotesi, è un fatto sicuro. Se poi mi chiedeste la cagione per la quale alla sua invisibilità anteriore al 1572 succedette d' improvviso quel grande splendore di pochi mesi, io son costretto di ricorrere ad una ipotesi meno sicura, benchè a parer mio, di non piccola verosimiglianza. Ascoltatemi. Non avete voi più volte osservato come uno strato di cenere nasconde e al medesimo tempo preserva il sottoposto bragiere? In simil guisa la

stella di Ticone, che era senza dubbio stata fulgidissima ad altre epoche più antiche, erasi a poco a poco raffreddata, ed un inviluppo o guscio solido, cattivo conduttore del calorico, erasi formato alla di lei superficie, come è avvenuto in più piccole proporzioni alla nostra terra, ed agli altri pianeti. Anche la nostra Terra; anche Giove, anche Saturno, anche i loro erranti compagni, prima di essere pianeti, furono piccole stelle, brillanti di una luce lor propria, a cagione della incandescenza della loro massa; luce assai maggiore di quella cui ricevono ora dal sole completo, e di quella cui ricevevano dal sole in parte formato, ed attorno al quale già essi aggiravansi: di guisa che, se uno con eccellenti telescopii avesse allora osservato il nostro sistema dalla posizione della più vicina stella, avrebbe preso il nostro sistema per una stella multipla, quale invero egli si era. Ma poi formossi l'involucro solido o crosta; la massa ardente e luminosa, rimase coperta, e la superficie del nostro, e degli altri pianeti, non manda più altra luce fuori di quella più scarsa cui riceve dal sole. Così probabilmente avvenne, ma in più grandi proporzioni, ed in modo più sollecito, nella stella Azulom, per una speciale attitudine fisica e chimica della materia di cui essa è formata. Ma tanti anni e mesi prima dell' 11 Novembre 1872, quanti anni e mesi si richiedono ad un raggio di luce per arrivare da Azulom sino a noi, l'involucro opaco della stella, per una catastrofe interna, verosimilmente provocata da causa esterna, scoppiò: la materia già solida si liquefece, o ad ogni modo lasciò allo scoperto l'ardente lava, cui prima aveva mascherata. Allora la stella ridivenne lucidissima, più assai che nol divenga il bragiere allorchè una persona allontana la cenere che lo copriva, o qualche esplosione di vapore o di gas, dall'interno del bragiere, disperde la cenere per aria.

Questa gigantesca crisi avvenne nella stella Azulom prima dell' anno 1570: nondimeno per tutto quell'anno 1570, e nel seguente anno 1571, e nei primi dieci mesi del 1572, nè Ticone, nè alcun altro abitante della Terra, poteva vederla, perchè la luce sviluppata dal primo scoppio dell' inviluppo della stella Azulom era ancora per istrada; non era ancora arrivata sino al nostro sistema. Essa arrivò finalmente nella sera dell' 11 Novembre 1572: allora soltanto ne furono accorti ed attoniti i figli della Terra. Per diciassette mesi di seguito essi videro una stella, la quale in certa guisa, cioè come corpo splendido, non esisteva più. La gran lucerna era già spenta; spenta da più di tre anni, e gli uomini non cessavano di vederla ed ammirarla, perchè i raggi da lei emanati, tre o quattro o più anni indietro, erano ancora per istrada, e continuavano ad arrivare senza interruzione!

Ed ora, all' istante stesso in cui parliamo, potrebbe già essere avvenuto un nuovo scoppio, una nuova crisi; l' immensa fornace è forse a quest' ora nuovamente allo scoperto, ed Azulom si è ravvivata di tutto il suo più grande splendore. Eppure noi non la vedremo nè questa notte, nè nella notte seguente, nè per un anno, nè per due, nè per tre anni. La sua luce, in questo mentre, viaggia colla spaventevole velocità di più di 150 mila chilometri al minuto secondo; ma la distanza da percorrere non è al certo minore di trenta in quaranta bilioni di chilometri. Se Azulom è lontana da noi come Pittagora, lo splendore del suo primo divampare giungerà a noi di qui a tre anni e mezzo; se essa dista come la stella Unim non la vedremo che di qui a nove o dieci anni. Alcuni astronomi infatti sperano la di lei ricomparsa di qui ad otto o dieci anni, fondandosi sulla supposta identità della stella del 1572 con due stelle

nuove, apparse pure incirca nella stessa situazione, cioè in Cassiopea dalla parte di Cefeo, negli anni 945 e 1264. Dal 945 al 1264 corsero 319 anni; dal 1264 al 1572 ne corsero soltanto 308. La differenza è invero un po' troppo grande, non per escludere la possibilità, ma per rendere probabile che le tre apparizioni spettino ad una medesima stella.

Se i due intervalli fossero più prossimamante eguali, la stella del 1572 presenterebbe una certa probabilità di appartenere al novero delle stelle di periodica variabilità: e la sua periodicità presterebbesi facilmente alla spiegazione generale cui fra poco darò della variabilità periodica di altre stelle, val a dire che la stella del 1572 sia una stella doppia a lungo periodo di 300 e più anni, ma con due reciproche orbite di grandissima eccentricità. D'altra parte la differenza di un ventottesimo incirca fra i due intervalli dal 945 al 1264, e dal 1264 al 1572, potrebbe spiegarsi col supporre Azulom una stella tripla, composta di tre corpi disuguali, ed oscuri per la maggior parte del tempo, sinchè l'epoca del mutuo perielio delle due principali componenti, perturbate dalla terza, non provoca una crisi luminosa in una o due dì esse.

La stella del 1572, come le altre stelle nuove, era notabile tanto agli occhi degli astronomi che del volgo, anche per una scintillazione di straordinaria vivacità, non solo ne' primi giorni della sua comparsa, ma ancora nei varii stadii del suo decrescente splendore. Questa circostanza di una scintillazione più viva che quella delle stelle ordinarie di egual lucentezza non è facile a spiegarsi.

Azureb è il nome topico di un'altra stella che apparve di primissima grandezza il 10 Ottobre 1604 nella costellazione del Serpentario, ossia di Ofiuco, e disparve dopo un anno. Ereb è il nome topico della stella di se-

conda grandezza η Ophiuci; e l'affinità dei due nomi, *Ereb, Azureb,* mostra la vicinanza angolare, od apparente, delle due stelle.

Anche nel recente anno 1866 apparve una nuova stella scoperta da Courbebaisse, nella notte del 13 Maggio. Essa aveva una chiarezza eguale a quella della vicina Fetilel od α Coronae, quindi di seconda grandezza: onde il suo nome topico può essere Ezufel. La durata della sua visibilità fu molto breve, giacchè due soli giorni dopo la scoperta essa era già discesa dalla seconda o terza alla quarta grandezza, e nel seguente anno 1867 non era più visibile ad occhio nudo.

I moderni astronomi pongono giustamente le nuove stelle nella classe delle variabili, benchè il nome di stelle variabili sia solito ad applicarsi più particolarmente a quelle i di cui mutamenti sono non pure molto sensibili, ma ancora soggetti ad alternative riprodotte più volte in tempi istorici. Parlando con rigorosa esattezza, anche il nostro sole, e tutte senza eccezione le stelle, dovrebbero chiamarsi variabili. Imperciocchè la mutabilità e la trasformazione è legge universale delle cose. Per servirmi di una formola della Filosofia trascendentale tedesca, l'**essere** è un continuo **divenire**. Soltanto la sostanza dell'immenso **Tutto** è immutabile ed eterna. Tutte le innumerabili di lui parti modificansi con maggiore o minor rapidità, con maggiore o minor lentezza relativa. Nondimeno è costume comodo, ragionevole, necessario, il serbare alle cose il primitivo nome, quantunque elle non serbino una perfetta identità con ciò che erano quando quel nome fu loro imposto, purchè il mutamento di sostanza e di forma non sia maggiore della parziale medesimezza che rimane, di forma e di sostanza. Così diciamo che il Po ed il Danubio di quest'anno sono il Po ed il Danubio degli anni pre-

cedenti, benchè al certo le innumerabili gocciole d'acqua che vi scorrono oggi non siano le medesime che vi erano nei tempi andati.

Così ancora nessuno di noi nutre alcun dubbio intorno alla conservazione della propria identità personale, sebbene apposite esperienze fisiologiche abbiano dimostrato che in pochi giorni le molecole formanti non solo i fluidi ma i tessuti del nostro corpo, persino le ossa, vengono interamente surrogate da altre individuali molecole, simili però alle prime e similmente disposte. Ovidio bellamente espresse questo profondo concetto, degno del padre della Filosofia, e banditore in Europa del dogma orientale della Metempsicòsi, Pittagora, al quale Ovidio, nel suo libro delle Metamòrfosi, pone in bocca queste parole:

« *Cuncta fluunt, amnisque vagans formatur imago.*
Nostra quoque ipsorum semper, requieque sine ulla,
Corpora vertuntur, nec quod fuimusve sumusve
Cras erimus. »

« Qual fugge l'onda, benchè resti il fiume,
Scorsero e scorreran tutte le cose.
Mutansi ancor senza riposo i nostri
Corpi; nè ciò che fummo od oggi siamo
Sarem domani. »

Le stelle, a cagione della loro enorme grandezza, possono richiedere dei milioni di anni per soffrire delle alterazioni proporzionatamente così forti come quelle che accadono in poche ore ai piccioli corpi a noi familiari; e la lontananza de' corpi celesti sottrae in gran parte ai nostri sguardi anche la maggior parte delle grandi vicissitudini a cui vanno soggetti. Perciò le stelle ci appari-

scono e comparativamente sono le più immutabili di tutte le cose a noi note; nè mal loro si addice il titolo di stelle fisse. Quelle soltanto, delle quali i cangiamenti sono molto più rapidi e molto più sensibili che gli ordinarii cangiamenti delle stelle, formano la classe eccezionale delle stelle variabili propriamente dette.

Dopo le così chiamate stelle nuove, come Azulom, Azureb, Ezufel, la più insigne stella variabile è Caisme, od η Argûs. Essa risplendette per alcuni anni di seguito quasi al pari di Sirio, e più di Canopo; poi discese alla terza grandézza, al che alludono le due prime vocali del suo nome topico *Caisme.* Nel 1863 essa non era già più visibile ad occhio nudo. Non è per questo da innovarsi il nome topico ad ogni cambiamento di grandezza apparente; altrimenti il nome diverrebbe irreconoscibile od atto a produr confusione. Il nome topico Caisme sarà sempre utile per indicare l'approssimata posizione, la quale non sarà al certo mutata sensibilmente per varii secoli, e la circostanza vera ed importante che in pochi anni, all'epoca in cui le fu posto quel nome, essa era passata dalla prima alla terza grandezza.

Essa è circondata da una notabilissima nebulosità di grandissima estensione, occupando uno spazio eguale a quattro settimi di un grado quadrato, o quasi il triplo dell'apparente estensione del disco lunare. Or siccome la distanza di Caisme è ignota, ma non certamente inferiore a 200,000 raggi dell'orbita terrestre, ne segue che il diametro apparente di *Caisagme*, così potrebbe chiamarsi nella nomenclatura topica quella gran nebulosa, è per lo meno 1600 volte più grande che il diametro dell'orbita terrestre. Perciò essa estendesi attorno al nucleo Caisme, od Eta Argûs, ad una distanza per lo meno doppia di quella del sole dall'afelio della cometa del 1811.

La variabilità di alcune stelle non è soggetta ad alcuna regola nota; altre invece seguono nella loro variazione un periodo conosciuto e regolare. Le due più celebri stelle variabili di periodo noto sono Dezitimcò, o Mira Ceti, e Meofidod, detto nella nomenclatura arabica *Algol*, e *β* Persei da Bayer. Mira è la prima di cui fu scoperta la variabilità periodica. Fabricio, padre dell' astronomo Olandese che trovò, contemporaneamente a Galileo, le macchie del sole, riconobbe la variabilità di Mira nel 1596; Holwarda nel 1639 ne scoperse la periodicità. Geminiano Montanari scoperse la variabilità di Algol nel 1669, e Goodricke ne determinò il periodo nel 1782. Argelander, e, dietro di esso, Humboldt nel Cosmos, registrano i nomi, i periodi e le posizioni, riferite all' Equatore del 1850, di 24 stelle variabili. Io le ho indicate, alla fine della LXII lezione, dopo il mio catalogo di 444 stelle, traducendo le coordinate equatoriali nel rispettivo nome topico. Il più lungo periodo di variazione è quello di Dozòbodde: 495 giorni. Sonovene altre di un periodo poco più lungo o poco più corto di un anno, e fra esse la Mira, o Dezitimcò, il periodo della quale è di quasi undici mesi; più precisamente 331 giorni e 15 ore. In ciascuno di questi periodi, ossia ogni undici mesi, ella passa per le seguenti fasi. Per undici giorni è al maximum del suo splendore: essa è allora una stella di seconda grandezza: la quarantottesima o quarantesima nona del cielo, secondo le esperienze fotometriche di Giovanni Herschell. Dopo di ciò ella comincia ad ecclissarsi per tre mesi consecutivi, e diventa invisibile anche coi telescopii. Rimane in quello stato per cinque mesi interi, dopo dei quali essa ricomparisce e va crescendo di giorno in giorno, fintanto che abbia raggiunto di nuovo il suo maximum, e così compito il ciclo di 331 giorni e quindici ore.

La più rinomata stella variabile dopo la Mira Ceti, è Algol, e ad essa spetta il più breve periodo noto di variazione. Questo periodo è di due giorni, 20 ore, e 49 minuti. Sùbito dopo quello di Algol, ma di una regolarità anche più ammirabile, il periodo più breve è quello di δ Cephei, o Noumòrim; questo periodo è 5 giorni, 8 ore e 49 minuti.

La maggior parte delle stelle variabili sono affatto rosse, od almeno rossiccie: tale è principalmente Mira; ma il color rubicondo non è distintivo esenziale nè esclusivo delle stelle variabili, perocchè vi sono delle stelle rosse non variabili, come Arturo, Aldebaran, Antares: e vi sono delle stelle variabili non rosse, per esempio Meofidod, β Lyrae, ε Aurigae, che sono bianche; η Aquilae, ζ Geminorum che sono gialle.

Una sì grande regolarità di periodo come quella che si osserva nella variabilità delle stelle periodiche, ci costringe inevitabilmente ad attribuirla a qualche movimento di rivoluzione. Alcuni dunque han supposto che la stella variabile abbia una superficie diversamente luminosa nelle diverse di lei parti, e che nel suo moto rotatorio essa rivolga a noi ora la parte più lucente, ora la parte più oscura. Altri han pensato che la periodica variabilità non sia che una ecclissi cagionata da uno o più satelliti, i quali di tempo in tempo passino fra noi e la stella. Ambedue queste spiegazioni hanno, secondo me, una parte di vero: ma entrambe peccano di forte inesattezza, e più la seconda che la prima. La semplice ipotesi appoggiata al moto rotatorio della stella è affatto inetta a spiegare la improvvisa e breve comparsa delle stelle nuove, e la loro susseguente invisibilità per varii secoli; nè basta a spiegare il fatto che non solo nelle stelle nuove, ma ancora nelle periodiche, l'aumento di luce è assai più rapido che il decrescere. L'ipotesi del

satellite ecclissante la stella acconcierebbesi discretamente, benchè non molto bene ancora, al brevissimo periodo di parziale oscurazione in Meofidod, ma non può reggere per le altre stelle invisibili durante una parte molto lunga del loro periodo, come ad esempio per Mira, la quale rendesi invisibile per cinque mesi fra undici. Infatti le osservazioni spettroscopiche non indicano un sensibile cambiamento di temperatura in Meofidod, ma lo accennano in Dezitimcò.

Perchè il satellite o pianeta di un lontano sole potesse togliercene affatto la vista, farebbe mestieri che quel satellite avesse un diametro pressochè eguale a quello dell' orbita descritta dal suo centro attorno alla stella, e quindi che questa stella fosse quasi a contatto del satellite, e molto più piccola di lui: ma allora, secondo ogni probabilità, il preteso satellite diventerebbe la vera stella, cioè non solo più grande, ma più luminoso del supposto corpo centrale.

L' ipotesi di un gran numero di satelliti tutti da una parte è improbabile ancor essa: conciossiachè, per la varia distanza e per le mutue perturbazioni, cotesta moltitudine di satelliti, con periodi necessariamente diversi, secondo la ragione sesquiàltera delle distanze, avrebbero finito, da lungo tempo, di formare un annello press' a poco continuo attorno al corpo centrale, e perciò potrebbbero bensì dar luogo a qualche intermittenza, ma non mai così spiccata come quella cui trattasi qui di spiegare.

A parer mio, i fenomeni delle stelle variabili provengono non da una sola delle cause supposte nelle due ipotesi testè riferite, ma da tutte e due, cioè tanto dal moto rotatorio della stella principale, quanto dalla rivoluzione di uno o più satelliti attorno ad essa, ma principalmente da questa seconda causa, e con circostanze

diverse da quelle sinora considerate. Onde evitare il più remoto pericolo di esser frainteso, avverto che per satellite si deve qui intendere non un pianeta secondario che giri attorno ad un pianeta primario, ma una stella minore che gira attorno al comune centro di gravità di essa e di un'altra stella maggiore, o ad ogni modo più luminosa di lei. Abbiam veduto che sette od otto fra le nove stelle delle quali si è trovata la parallassi sono doppie, donde traemmo qual probabile conseguenza che la maggior parte delle stelle del cielo sieno doppie o multiple. È dunque più probabile che una data stella periodica sia doppia di quello che ella sia semplice. Direttamente conosciamo la duplicità di alcune stelle periodiche, ma avvi pure intrinseca probabilità non solo che sieno doppie altre stelle le quali appariscono semplici nei migliori telescopii, a cagione della mancanza o scarsità di luce di una delle componenti, o per la troppa loro prossimità reciproca in paragone della loro distanza da noi, ma che anche alcune fra quelle le quali figurano come doppie siano triple, o di una maggiore moltiplicità. Verificherassi questa circostanza allorchè due o più componenti, nella massima loro divergenza angolare ai nostri occhi, distano meno di un mezzo secondo, o meno di quella distanza qualunque che limita la separabilità delle stelle multiple nei migliori telescopii attuali.

Vediamo prima qual parte può avere nella periodica variabilità di una stella il semplice di lei moto rotatorio attorno al proprio asse. Imaginiamo che una stella semplice trovisi attualmente nello stato di transizione pel quale passò anche la nostra terra avanti la totale formazione della sua crosta: cioè a dire che il raffreddamento abbia prodotto l'involucro solido nella maggior parte, ma non nella totalità della superficie della stella. Questa, infrattanto, va soggetta, al pari del sole e di tutti i corpi

celesti, ad un movimento di rotazione attorno al proprio asse. Imperciocchè a volere che un corpo isolato nello spazio fosse privo di qualsivoglia moto rotatorio, farebbe di mestieri che la risultante dinamica di tutti i movimenti delle innumerevoli particelle le quali concorsero alla formazione del corpo, o che caddero sopra di esso, o lo urtarono, od attrassero, dopo la sua formazione, fosse esattamente zero, od almeno passasse esattamente pel suo centro di gravità; due condizioni matematicamente concepibili e possibili, ma infinitamente improbabili. Supponiamo dunque che la stella la di cui superficie si è resa parzialmente opaca, ruoti attorno al proprio asse in cinquanta giorni, e che il piano dell' equatore della stella passi prossimamente tanto pei punti culminanti delle due calotte, luminosa ed oscura, quanto pel nostro sole. Ne consegue che per alcuni giorni sarà rivolta direttamente verso di noi la calotta incandescente, e quella sarà l' epoca della massima luminosità della stella; per altro breve tempo sarà rivolta direttamente verso di noi la calotta opaca; e quella sarà l' epoca del minimo lume della stella, od anche della sua invisibilità. Intermedii poi al massimo ed al minimo saranno due periodi più lunghi, uno di luce crescente, e l' altro di luce calante. Il periodo totale di variazione sarebbe necessariamente di cinquanta giorni.

Ma non credo che tale sia la causa vera, od almeno principale della variabilità periodica delle stelle. Consideriamo ora il caso delle stelle doppie, molto più frequente, come dicemmo, che quello delle stelle semplici, e la rivoluzione dei due membri di una stella doppia attorno al comune centro di gravità.

Se in alcuno dei pianeti delle stelle a noi più vicine vi sono uomini od altri esseri ragionevoli, essi vedranno il nostro sole come una stella di luce bianca, e relati-

vamente costante. Egli è in realtà una stella variabile, ma la di lui variabilità è così piccola che appena se ne accorgono i nostri astronomi. La variabilità del sole, tal quale è, risulta dal maggiore o minor numero di fàcule, che ne accrescono lo splendore ordinario, e dal maggiore o minor numero di macchie che lo diminuiscono. Ora noi ben sappiamo che queste macchie hanno dei periodi di massimo e di minimo, dovuti alle maree eccitate nella massa solare dall' attrazione dei pianeti (Lez. LII, pag. 218). L' altezza delle maree solari cagionate da Mercurio è quasi tre sedicesimi della marea prodotta dall' azione riunita di tutti i pianeti quando essi trovansi in una sola linea retta col sole. Ma noi sappiamo ancora che in genere l' altezza delle maree in un globo fluido, qualunque egli sia, è proporzionale alla massa perturbatrice, ed in ragione inversa del cubo della distanza. Che cosa avverrebbe dunque nel Sole se il corpo perturbatore fosse nella posizione di Mercurio, ma con una massa eguale a quella del sole stesso, ossia 4,348,000 volte maggiore di quella di Mercurio? Questo gran corpo perturbatore ed il sole si cagionerebbero reciprocamente delle maree ottocento mila volte più grandi delle più grandi maree che ora possano avvenire nel sole per la forza riunita di tutti i pianeti. Se il nostro vecchio sole avesse a soffrire delle maree così enormemente maggiori di quelle cui egli ora soffre, gli sconvolgimenti fisici e chimici che ne nascerebbero in tutta la sua massa, e che renderebbonsi alternatamente sensibili alla di lui superficie, sotto la forma di facule, di macchie, di protuberanze, basterebbero senza dubbio a rendere la terra inabitabile dalla razza umana, anche prescindendo dagli effetti diretti, esercitati sulla terra dal nuovo sole.

Gli abitanti di altri pianeti di qualche sistema so-

lare lontanissimo, guardando al nostro vecchio sole, ed al nuovo sole cui abbiamo imaginato nella posizione di Mercurio, anche se questo avesse uno splendore eguale a quello del sole attuale, li prenderebbero per una sola stella. Non basterebbero a separarli dei telescopii eguali ai nostri migliori. Quei remotissimi astronomi si accorgerebbero forse di qualche notabile variazione periodica nella luce di questa stella doppia, cui essi crederebbero semplice: ma se le due orbite fossero prossimamente circolari, come quelle dei nostri pianeti, la variazione di luce, benchè considerevole, non sarebbe tanta da farla trapassare, a cagion d'esempio, dalla prima o seconda alla settima od ottava grandezza, perchè l'interna effervescenza chimica e termica, promossa dall'influenza della massima marea, prolungherebbe in gran parte i suoi effetti climaterici alla superficie sino al ritorno di un'altra marea massima.

Diversamente andrebbe la cosa ove le due stelle accoppiate descrivessero due ellissi di grande eccentricità, in guisa da esser molto vicine una all'altra nel loro mutuo perielio, e molto lontane nel loro mutuo afelio. Allora la variazione della luce riunita delle due stelle potrebbe passare anche dalla prima grandezza alla dodicesima, od all'assoluta invisibilità agli occhi degli abitanti dei mondi lontanissimi. Perciocchè l'altezza delle maree, in una massa fluida ed omogenea, è in ragion composta della massa perturbatrice e del cubo della distanza fra i due centri (Vol. II, pag. 203, 214). Se le due simili ellissi, descritte attorno al comune centro di gravità qual comune foco dai due soli appaiati, avessero un'eccentricità eguale a quella della cometa di Halley, cioè 0.9674, la distanza minima dei due soli starebbe alla loro reciproca distanza massima come

$$1 - 0.9674 : 1.9674,$$

od incirca come $\quad 1 : 60.$

Quindi le maree del perielio starebbero alle maree dell'afelio come il cubo di 60, ossia dugento sedici mila, sta ad uno.

Così io mi valgo del vecchio espediente, per rendere meno faticoso il processo di un ragionamento matematico, di acconciarlo ad un caso speciale con numeri concreti e determinati, e dedurne una conseguenza finale che facilmente si comprende dover reggere più generalmente anche diversificando i numeri concreti. Continuando a servirci dello stesso espediente, imaginiamo una stella doppia composta di due stelle eguali fra loro ed eguali al sole, per massa e per volume. Per chiarezza di linguaggio, fra due corpi che muovonsi liberamente nello spazio, attraendosi reciprocamente, chiamiamo uno di di essi la stella, e l'altro il satellite: è poi indifferente il considerar quale stella, o qual satellite, l'uno o l'altro.

Nella sua immortale opera dei Principii matematici della Filosofia naturale, Newton insegna e dimostra, che la stella ed il satellite, descrivono attorno al comune centro di gravità due curve coniche simili, aventi per comune foco il centro di gravità, e tali che in tutte le posizioni possibili, condotta una retta dal satellite alla stella, questa retta passa sempre pel centro di gravità, il quale dista dai due corpi in ragion inversa della loro masse. Newton insegna e dimostra di più, che il satellite muovesi come se invece di essere attratto dalla stella fosse attratto da un terzo corpo, minore della stella, situato nel centro comune di gravità, e tale che colla sua massa minore, da quella minor distanza, attraesse il satellite colla stessa forza colla quale il satellite è realmente attratto dalla stella.

Quando la traiettoria è un'ellissi, il quadrato del tempo periodico del satellite è in ragion diretta del cubo della sua distanza media dal centro comune, ed in ra-

gione inversa della massa della stella, diminuita e ridotta al centro nel modo dianzi spiegato. Ne segue, che nel caso delle due stelle compagne ed eguali al nostro sole, col periodo di un anno, ciascuna di loro muoverebbesi come se fosse attratta da un corpo immobile, in mezzo ad esse, di massa eguale ad un quarto di quella del sole, e con una distanza media, fra ciascuna di esse ed il centro comune, eguale alla radice cubica di un quarto, prendendo per unità il raggio dell' orbita terrestre.

La distanza media fra il satellite e la stella, o, possiamo omai dire, fra le due eguali stelle compagne, sarà eguale alla somma delle due distanze medie dal comune foco, o alla semisomma dei due assi maggiori. La radice cubica di un quarto è 0.6299: la distanza media fra le due stelle sarà dunque il doppio di questo numero, o la radice cubica di 2, che è prosimamente 1.26. Ma se, come prima supponemmo, le due orbite ellittiche fossero simili a quella della cometa di Halley, la distanza massima, od afelia, delle due stelle sarebbe 1.24; la loro distanza minima, o perielia, sarebbe 0.022; val a dire la diciottesima parte incirca della distanza media di Mercurio dal Sole, od un po' più del quintuplo del raggio del sole stesso. Ma siccome la massa del sole supera più di quattro milioni di volte la massa di Mercurio, e l' altezza delle maree è in ragione inversa del cubo della distanza, le due stelle compagne nel loro mutuo perielio, secondo la nostra teoria, solleverebbero alla superficie una dell'altra, delle maree almeno 24 mila milioni di volte più alte di quelle eccitate da Mercurio, od almeno quattro miliardi di volte maggiori delle massime maree solari.

Nel fatto, l' altezza vera della marea massima nelle due stelle gemelle diversificherebbe molto dal risultato testè indicato, per la ragione che io, onde giugnere a quella teoria generale, così semplice e bella, delle ma-

ree, trascurai delle quantità d' ordine inferiore, le quali erano realmente trascurabili fra i limiti entro i quali in quella teoria li considerammo, ma che non sarebbero più trascurabili nel caso di due soli vicinissimi uno all' altro. Ciò non di meno, siccome le combinazioni della forza centripeta colla centrifuga, alle quali sono dovute le maree superficiali, investono ed agitano tutta quanta la massa fluida, dalla superficie al centro, e siccome alle piccole maree superficiali del sole, di una totale altezza massima di sedici centimetri al più, corrispondono delle effervescenze interne capaci di eruttare delle facule e delle protuberanze sino ad altezze eguali ad un quarto o più del raggio solare, è facile il comprendere quali tremende catastrofi sarebbero per avvenire nel sole, non tanto per l' immediato effetto meccanico del flusso e riflusso, quanto per le conseguenze fisiche delle azioni e reazioni chimiche, e della mescolanza di strati di varia temperatura nella massa interna, se invece di essere agitato dall' attrazione di pochi pianeti lontani e piccolissimi, il sole fosse agitato dall' attrazione di un altro sole, dieci o venti volte a lui più vicino che Mercurio, e capace di sollevarvi delle maree molti milioni di volte più alte di quelle ora eccitate in esso dall'azione riunita di tutti i pianeti.

Infatti, allorchè si trattava di spiegare la principal cagione delle macchie, delle facule e delle protuberanze del sole, io mostrai come bastar possa una variazione di poche centinaia di gradi nella temperatura di una massa fluida, ove questa temperatura elèvisi ad uno o più milioni di gradi, per variare di molti milioni o bilioni di atmosfere la tensione dei vapori. Ora il rimescolamento, prodotto, quasi da immensa spàtula, dalle maree interne del sole, deve spessissimo porre a mutuo contatto strati fluidi di temperature tutte altissime, nondimeno differenti:

quindi le variazioni di tensione saranno tanto più rapide e possenti, quanto più forte è l'agitazione intestina prodotta dalla marea: cosicchè, nella stessa guisa che le eruzioni dei nostri più tremendi vulcani terrestri sono come giuochi da fanciulli in paragone delle eruzioni del sole, così queste saranno piccolissime cose in paragone degli sconvolgimenti cui reciprocamente cagionansi due soli che descrivono delle orbite di grande eccentricità uno attorno all'altro, accostandosi nel loro mutuo perielio, a distanze minori di quella di Mercurio dal Sole.

L'epoca della minima distanza reciproca delle stelle, sarebbe quella altresì delle loro massime maree, e quindi delle loro massime facule, e protuberanze. Questa sarebbe evidentemente l'epoca della massima lucidezza della stella doppia, non solo perchè verrebbero a galla in maggior copia le parti dianzi più profonde e più incandescenti, ma ancora per la ragione che queste parti incandescenti slancierebbonsi ad enormissime distanze od altezze, di gran lunga maggiori del diametro della stella, e così la superficie luminosa sarebbe enormemente accresciuta.

Ognuno comprende di leggeri altresì che l'epoca del mutuo afelio dei due soli gemelli sarà l'epoca delle minori maree, e quindi della maggior lucidezza. Se, come supponemmo per modo di facile esempio, la distanza afelia è 60 volte maggiore della distanza perielia, quale nella cometa di Halley, le maree afelie sarebbero alte 216 mila volte meno delle maree perielie. È ben vero che quest'altezza sarebbe tuttavia molto maggiore che l'altezza delle maree massime del nostro sole; ma fa d'uopo riflettere che in generale ad ogni periodo di eccessiva azione sottentra un periodo di eccessiva reazione. Nel nostro piccolo pianeta alle meteore eruttive succedono le meteore di assorbimento (Lezioni XXXXIX,

L) (*). Nel Sole, grande in paragone della terra, ma tranquillo in paragone delle stelle doppie, alle macchie succedono le facule, ed alle facule le macchie: nelle stelle doppie di orbite assai eccentriche, le macchie devono essere migliaia o milioni di volte più estese o più energicamente pronunciate che nel sole.

Supponete che una forza esplosiva lanciasse verticalmente dalla superficie terrestre un proiettile con una velocità superiore a dodici chilometri al secondo: questo proiettile non ricadrebbe mai più in terra (Proemio, pag. 15). Qualora una forza esplosiva sollevasse un corpo qualunque perpendicolarmente dalla superficie del sole, o di altra stella dotata di egual gravità alla superficie, val dire quasi ventinove volte maggiore della nostra, con una velocità di 620 chilometri al secondo, quel corpo, similmente, non ricadrebbe più mai nel sole, o nella stella dalla quale fu rigettato, ma ne andrebbe in eterno esilio, e a distanze crescenti all'infinito, se non è fermato da qualche altra stella o pianeta. Incidentemente ricordo che questo è un argomento per dover ritenere che se la materia è eterna, l'Universo non può a meno di essere immenso: perocchè se l'Universo fosse limitato, perdendo egli anche soltanto un atomo ogni bilione di anni, in un numero infinito di secoli sarebbesi disperso per lo spazio indubitatamente infinito. Non così

(*) Le recentissime osservazioni del Bertelli a Firenze intorno ai terremoti *microscopici*, che coincidono per lo più colle grandi variazioni del barometro e dell'igrometro, vengono in conferma delle congetture da me espresse in quelle due lezioni circa la possente influenza dei movimenti del mare plutonico anche nelle meteore riputate puramente atmosferiche.

se l'Universo è rigorosamente immenso, poichè in tal caso le perdite di un mondo parziale possono risarcirsi mercè le reciproche contribuzioni di altri mondi.

Nel caso più speciale di due soli i quali dopo un lontanissimo afelio arrivano ad un vicinissimo perielio, le eruzioni di lave e di vapori, provocate dallo straordinario rimescolamento interno, scacceranno da ciascuno dei due soli una certa quantità di materia la quale non tornerà più indietro; una parte però più considerevole della materia eruttiva, ricadrà sulla superficie, dopo essersene allontanata per molti milioni di leghe. Durante quell'allontanamento la materia sarassi rapidamente raffreddata. Il freddo di quella che ricade durante il perielio sarà vinto dal calore di quella che continua ad erompere: ma avverrà tutto il contrario nell'afelio: il raffreddamento potrà di tanto superare il riscaldamento della superficie, da coprirla di un alto strato solido, od opaco. Mentre arriva a noi quella debolissima luce, i nostri astronomi punteranno forse invano i loro telescopii verso la nota posizione della stella cangiante, e diranno ch'ella è divenuta invisibile: la rivedranno quando comincia ad arrivar la luce delle riattivate eruzioni di una o di entrambe le stelle accoppiate, senza forse accorgersi della reale duplicità, a cagione della troppa vicinanza reciproca delle componenti.

Abbiam supposto un anno il periodo di rivoluzione di due stelle che ne formano una doppia con orbite molto eccentriche; e si è veduto che in tal caso il periodo principale della variazione della loro luce riunita, agli occhi nostri, sarebbe pure un anno. È ben agevole il comprendersi che cosa avverrebbe quando il periodo di rivoluzione fosse tutt'altro: se la rivoluzione delle due principali, o più vicine stelle componenti, attorno al comune centro di gravità, compiesi per esempio in 332

giorni, il principal periodo della variazione di luce sarà pure di 332 giorni, quale è in realtà per la mirabile stella multipla Dezitimcò; se il periodo di rivoluzione fosse di 406 giorni, il periodo della variazione di luce sarebbe similmente di 406 giorni, quale è veramente quello di Dozonòdim (pag. 497); se il periodo di rivoluzione fosse soltanto di 69 ore, la variazione di luce avrebbe pure un periodo di 69 ore, come di fatto avviene in Meofidòd. Tuttavolta potrebbero esservi più periodi distinti di variazione per una medesima stella: in tal caso fra i due periodi più accentuati, nella variazione della luce, il più lungo sarà probabilmente quello della rivoluzione delle due stelle componenti, o delle due componenti fra loro più vicine, attorno al comune centro di gravità: il minore fra i due periodi più sensibili di variazione, sarà probabilmente quello della rotazione della più luminosa fra le due componenti.

Vedemmo già che fra le nove stelle di cui si è trovata la parallassi, quindi certamente incluse nel novero delle a noi più vicine, sette od otto sono notoriamente doppie; e ne cavammo qual probabile conseguenza che la maggior parte delle stelle, anche lontane, siano doppie o multiple. Per esempio sia cento milioni il numero totale delle stelle del nostro Cosmos, visibili ad occhio nudo o telescopiche: vi saranno per avventura venti milioni di stelle semplici, ottanta milioni saranno doppie o multiple. Fra questi ottanta milioni di stelle doppie o multiple ve ne saranno, poniamo, quattro milioni le di cui orbite avranno una eccentricità fra 0.04 e 0.08, e così via dicendo, sinchè arriveremo ad averne circa 4 milioni con una eccentricità fra 0.96 ed 1, ossia di un'eccentricità poco minore, od anche superiore a quella della cometa di Halley, ed a quella delle orbite delle due stelle accoppiate, con

periodo di un anno, cui abbiamo alquanto a lungo considerate in via di esempio ipotetico.

I periodi noti delle stelle doppie sono paragonabili, senza grandissime differenze, ai periodi dei nostri grandi pianeti nelle loro rivoluzioni attorno al sole. Infatti fra otto periodi di stelle doppie, noti con qualche precisione, uno soltanto è più lungo del periodo di Nettuno; come può vedersi dal seguente specchio:

ζ Herculis	36	anni
ζ Cancri	59	»
ξ Ursae majoris . . .	61	»
η Coronae	66	»
α Centauri	78	»
P Ophiuci	92	»
γ Virginis	150	»
61 Cygni	452	»

Il periodo di Nettuno è 165 anni. L'unico fra i precedenti periodi di stelle doppie, che superi quello di Nettuno, è dunque il periodo di Unim, o 61 Cygni: ma attesa la piccola massa di Unim, eguale ad un terzo di quella del sole, il raggio medio dell'orbita della minore fra le due componenti, che è quella fra le due alla quale spetta la più grande orbita, è minore del raggio medio dell'orbita di Urano. Tutti otto quei periodi di stelle doppie sono superiori al periodo di Saturno. Quel ristrettissimo specchio però, di otto soli periodi, non esclude la probabilità che vi siano moltissime stelle doppie di un periodo più lungo, o più breve. Delle prime è stato sinora difficile determinare il periodo, a cagione della piccola variazione de' loro movimenti nei pochi anni dacchè si sono incominciate a studiare accuratamente le stelle doppie; i periodi piú brevi sono difficili a ricono-

scersi per un'altra ragione; cioè perchè la duplicità stessa delle loro stelle sfugge ai migliori telescopii, in grazia della loro reciproca vicinanza.

Non so trovare alcuna ragione per escludere la possibilità che fra gli ottanta milioni, da noi supposti, di stelle doppie, non ve ne sia un venti o trenta milioni con un periodo maggiore di quello di Nettuno, un venti o trenta milioni con un periodo minore di quello di Saturno, ed un otto o dieci milioni con un periodo minore di quello di Marte.

Tutte le stelle doppie, senza eccezione, debbono soggiacere ad una qualche variazione periodica nell'intensità della loro luce: ma questa variazione sarà generalmente piccola ed inosservata nelle stelle doppie di lungo periodo, perchè il lungo periodo attesta grandi distanze, e quindi piccole maree: sarà ancora piccola o poco osservata la luce nella maggior parte delle stelle doppie di breve periodo, ma di mediocre eccentricità. Nondimeno fra quegli otto o dieci milioni di stelle doppie col periodo minore di due anni, ve ne può ben essere almeno un cinque o sei per cento, cioè per lo meno un mezzo milione, con una forte eccentricità, superiore a 0.80; e questo mezzo milione di stelle doppie, di breve periodo e grande eccentricità, non possono a meno, per le ragioni da noi spiegate, di presentare delle vicende straordinariamente grandi di luminosa intermittenza.

Il nostro computo, il quale si è venuto successivamente riducendo fra limiti sempre più angusti, pigliò le mosse del supposto numero totale di cento milioni di stelle, nel nostro Cosmos, fra telescopiche e visibili ad occhio nudo. Ma le visibili ad occhio nudo non sono che cinquemila al più; val a dire una ventimillesima parte del numero totale di stelle. Prendete dunque la ventimillesima parte incirca del numero totale di un mezzo mi-

lione di stelle che dovrebbero andar soggette a straordinarie variazioni di luce: ne avrete in tutto una ventina, o poco più. Queste potrebbero ben essere le 24 stelle del nostro piccolo catalogo alla fine della lezione LXII, (pag. 497).

Lasciamo omai andare i numeri precisi ed ipotetici, di cui mi son servito per render più comoda e chiara la nostra argomentazione. Essa stringesi in sostanza a questo: la teoria generale delle maree ci conduce a comprendere che non solo **può** ma **deve** immancabilmente esistere un certo numero di stelle soggette ad una grande e periodica variazione di luce. La variazione deve principalmente manifestarsi in quelle che sono realmente doppie, benchè di rado appariscano tali, e con orbite di grandissima eccentricità. Il massimo di luce è dovuto alle maree del reciproco perielio, il minimo alle maree del reciproco afelio.

LEZIONE LXVI

Le Nebulose

In quella guisa che le Comete sono la parte più misteriosa del nostro sistema solare, così le Nebulose, le quali presentano alcuni caratteri di reale od apparente somiglianza colle comete, formano la più misteriosa parte del cielo stellifero.

Si chiamano nebulose quei corpi celesti o mucchi di corpi celesti, situati a distanze le quali furono stimate

con grande esagerazione, ma che indubitatamente sono a molti bilioni di leghe da noi come le stelle fisse ordinarie, e da queste differenziansi in quanto che osservato ad occhio nudo, o coi più deboli telescopii, ciaschedun corpo nebuloso, invece di apparirci come un solo punto isolato e brillante, presentasi a noi a guisa di una pallida nuvoletta, o piccola nebbia luminosa; ed appunto dal nome latino *nebula*, che significa nebbia, prendono quegli strani oggetti il loro nome di *nebulose*, di *stelle nebulose*, od anche di *nebule*. Queste tre diverse locuzioni sono spesso adoperate con promiscuo significato, benchè sarebbe più sano consiglio assegnarle distintamente a tre distinte categorie di nebulosità celesti.

Le nebulose, adoperando ora questo termine nel suo più generale significato astronomico, non solo eccitano la meraviglia e quasi l'entusiasmo di quegli astronomi ai quali è dato di osservarle coi più poderosi istrumenti ottici, ma elleno sono l'oggetto di un vivo interesse anche per quelli che ne hanno semplicemente inteso parlare. Tali sentimenti sono legitimati dalle varie forme, talora belle e simmetriche, tal altra volta stranissime, delle nebulose; spesso anche dalla indescrivibile vaghezza ed assortimento dei loro colori; infine dalla supposizione non destituita di ragguardevole verosimiglianza che le nebulose sieno mondi nascenti, e che lo spettacolo da esse attualmente offerto agli sguardi nostri ci sia scorta a comprendere come formossi, migliaia o milioni di anni or sono, la nostra terra, gli altri pianeti di lei compagni, ed il Sole che tutti gl'illumina ed avviva.

Le sideree nebulosità non passarono del tutto inosservate davanti gli occhi degli antichi astronomi. Oltre la Via Lattea, la quale può considerarsi come un'immensa nebulosa, gli antichi avevano notato in cielo uno scarso numero di quelle più piccole nebulosità, somi-

glianti a comete prive di coda, che facilmente si discernono anche ad occhio disarmato sotto il puro cielo dei climi meridionali, e che oggi, col ministero del telescopio, si riconoscono per mucchi o congerie di piccole stelle. Tolomeo, nel suo catalogo di 1022 stelle, ne annovera cinque fra le nebulose, e nove fra le oscure, cioè difficilmente discernibili ad occhio nudo, e che oggi si chiamerebbero di settima-sesta grandezza.

La Via Lattea, denominata ancora *Galassia*, dal nome greco *gala*, latte (Lez. XXIX, pag. 400, Vol. I), presenta in una notte serena l'aspetto cui avrebbe di giorno un candido, lunghissimo e stretto cirro, o nuvola trasparente, la quale attraversasse tutto il cielo, e posasse come immenso ponte sulla faccia della terra da un punto dell' orizzonte all' altro punto opposto. La candidezza stessa però di questo grandioso spettacolo notturno è già un indizio esser la Via Lattea tutt'altra cosa che una nuvola; perciocchè durante la notte, purchè non le percuota il raggio lunare, le nuvole non biancheggiano, ma nereggiano.

Nei paesi Cattolici la Via Lattea è chiamata dal volgo *la strada di san Giacomo di Gallizia;* strana confusione della originaria e classica parola *Galaxìas* coi pellegrinaggi che furono celebri e frequenti nel medio Evo al santuario di Compostella, nella Gallizia spagnuola. Ivi si conserva il preteso corpo dell'Apostolo Giacomo il maggiore, venerato qual patrono della Spagna.

Sapete che primo a scoprire la vera natura della Galassia fu Galileo Galilei, avendo egli trovato col suo telescopio che quel diffuso splendore latteo proviene dalla agglomerazione di innumerevoli stelle, troppo lontane o troppo piccole per essere una dall'altra ad occhio nudo distinte (*).

(*) Est enim Galaxia nihil aliud quam innumerarum

« *Brillan le stelle, e del color di latte*
Splende la zona d' infiniti mondi,
Che sì da lunge alle pupille nostre
Qual di un diffuso vel prende sembianza. »

Così canta un vivente poeta, il Magaggi. Ma un altro poeta, Dante Alighieri, trecento anni prima di Galileo, scrisse nel Convivio: « La Galassia non è altro che moltitudine di stelle fisse, da quella parte tanto piccole che di quaggiù distinguer non le potemo » (*). Ciò

---

stellarum coacervatim consitarum congeries: in quamcunque enim regionem illius perspicillum dirigas, statim stellarum ingens frequentia sese in conspectum profert, quarum complures satis magne ac valde conspicuae videntur: sed exiguarum multitudo prorsus inexplorabilis est.

At cum non tantum in Galaxia lacteus ille candor, veluti albicantis nubis, spectetur, sed complures consimilis coloris areolae sparsim per aethera subfulgeant, si in illarum quamlibet specillum convertas, stellarum constipatarum coetum offendes. Amplius, quod magis mirabile, stellae ab Astronomis singulis in hanc usque diem *Nebulosae* appellatae, stellarum mirum in modum consitarum greges sunt; ex quarum radiorum commixtione, dum unaquaeque ob exilitatem, seu maximam a nobis remotionem, oculorum aciem fugit, candor ille consurgit, qui densior pars coeli, stellarum aut solis radios retorquere valens, hucusque creditus est. (Galileo, *Nuncius Sidereus*).

(*) Ho altrove (Lez. X, pag. 122) deplorato le innumerabili anfibologie della lingua italiana quale ora si adopera, specialmente dagli imperiti e dai pedanti. Scrivendo *potèmo*, come qui ha fatto Dante, *sémo, avémo, leggémo*, ecc. per *possumus, sumus, habemus, legimus*, ecc. nell' indicativo, quale si costumò di dire sino al seicento, così propizio alle

non toglie a Galileo il merito della scoperta scientifica, ma lascia a Dante quello della divinazione.

Galileo risolvette pure in istelle alcune nebulose minori, segnatamente quella del Cancro, la quale è visibile anche ad occhio nudo. Il di lei nome topico, desunto dalle coordinate ecclittiche, può essere **Fagàb.** Galileo vi contò distintamente sino a 36 stelle, oltre la notabile coppia di due stelle di quarta grandezza, *Fonabàb*, o più brevemente *Ofàb*, ed *Ofàf;* (δ Cancri, γ Cancri). Il nome ecclittico *Fonabab*, mediante la prima vocale *a*, e la consonante ripetuta *b*, mostra la gran vicinanza di quella stella all' Ecclittica, cioè a circa cinque soli minuti al nord di essa. Essa ha infatti una latitudine settentrionale minore di 4'. Queste due stelle la di cui reciproca distanza angolare è poco più di 4°, formano forse un solo sistema fisico e non semplicemente ottico, fra loro e colle interposte stelle telescopiche. Queste ultime producono congiuntamente la nebulosità visibile ad occhio nudo, chiamata, come testè dissi, *Fagab* nella nomenclatura topica, e *Mangiatoia* o presepio nella nomenclatura popolare ed antica. Le stesse due già accennate stelle di quarta grandezza, di qua e di là dalla Mangiatoia, sono, con ridicola ma analoga denominazione, chiamate *i due Asinelli* (*).

---

scienze, e così fatale alle lettere italiane, si eviterebbe di confondere quel modo coll'imperativo o soggiuntivo: *possiamo*, *siamo*, *abbiamo*, *leggiamo*; *possìmus*, *simus*, *habeamus*, *legàmus*.

(*) « Secundus Nebulosam *Praesepe* nuncupatam continet; quae non una tantum stella est, sed congeries stellularum plurium quam quadraginta. Nos, praeter *Asellos*, triginta sex notavimus, in hunc qui sequitur ordinem descriptas. (Galileo, *Nuncius sidereus*). Qui poi egli inserisce la figura del mucchio di 36 stelle, quali egli le vide, in una figura oblunga, stendentesi dalla Delta alla Gamma del Cancro.

Un numero incomparabilmente maggiore di stelle si è trovato, con telescopii migliori di quello di Galileo, in altre Nebulose: si stima che alcune ne contengano sino a ventimila. Argomentando dal numero effettivo di stelle contate da Guglielmo Herschell, col suo gran telescopio a riflessione, in varii compartimenti sparsi per tutta la lunghezza e larghezza della Via Lattea, egli stimò il numero totale delle stelle componenti la Via Lattea presso a diciotto milioni.

Essa abbraccia tutto intero un circolo massimo della sfera celeste, e quindi una metà di essa trovasi sempre sull' orizzonte a tutte le ore ed in tutte le stagioni. La larghezza di questa maravigliosa zona, uno de' più begli ornamenti del cielo, è molto varia. La parte più stretta, ma altresì la più splendida è nell' emisfero meridionale, fra il piede della Croce Equatoriale e la Croce del Sud; la sua larghezza in certe parti non è che di tre in quattro gradi, od eguale a sei in otto volte il diametro apparente del Sole o della Luna. La parte più brillante della Via Lattea nell' emisfero settentrionale stendesi dalla testa della Croce del Nord, là dove la Galassia biforcasi in due rami, sino alla trina di Adìd. Herschell ha ritenuto che, secondo le sue misure telescopiche, la Via Lattea sia in molti luoghi da sei in sette gradi più larga ch'ella non sembra ad occhio nudo. A me, per altro, parrebbe meglio il restringere il nome di Via Lattea alla sola fascia visibile ad occhio nudo, la quale ha confini con sufficiente precisióne determinati; mentre attenendoci agli scandagli telescopici la larghezza della zona è indeterminata ed arbitraria, potendosi ella anche intendere estesa a tutta intera la volta del Firmamento. Imperciocchè gli scandagli ci conducono a considerare la Via Lattea come un annello, come uno strato o come un' intera sferoide, secondocchè noi diamo mag-

giore o minor importanza al grado di stipamento o frequenza di stelle nell'unità di superficie. Ora scorgesi questa frequenza variar grandissimamente dalla linea mediana della Galassia ai di lei poli, ma non già per salti, bensì con una graduale, continua, e quasi regolare progressione: essendo minima la densità stellare presso i poli della Galassia, e crescendo insensibilmente sino alla linea centrale. In alcuni luoghi della Via Lattea, e nella regione di essa già da me accennata come la più brillante di tutte, cioè fra la Gran Croce Equatoriale e la Croce del Sud, si trovano sino a tre mila ed anche cinque mila stelle in un solo grado quadrato. Se in tutta intera l'estensione della sfera celeste, che è di 41,253 gradi quadrati, la frequenza media di stelle fosse quale la trovò Herschel presso i poli dell'Ecclittica, il numero totale di stelle nel nostro Cosmos non sarebbe che di tre milioni e mezzo: se invece fosse dappertutto come nelle parti più ricche della Via Lattea, il numero totale sarebbe dugento milioni.

Il gran Cerchio Galattico, o linea mediana della Via Lattea, taglia l'Ecclittica quasi esattamente nel punto dell'attuale solstizio d'estate, e nel punto diametralmente opposto, cioè nel punto dell'attuale solstizio invernale; formando un angolo, in ambedue quei punti, coll'Ecclittica, prossimamente eguale a 60°: per la qual cosa la minor distanza del circolo stesso da ciascuno dei due poli dell'Ecclittica è 30°. L'angolo del Circolo Galattico coll'Equatore è alquanto maggiore, cioè 63°; e quindi la minor distanza del circolo Galattico dai poli dell'Equatore è di soli 27 gradi.

Trattandosi dunque di una zona la quale abbraccia un'intera circonferenza, noi possiamo incominciarne la descrizione da un punto qualunque di essa, e terminare nel medesimo. Prendendo le mosse dal punto del circolo

Galattico più prossimo al polo Artico, a circa 27° da esso, e che quindi mai non tramonta per l'Europa, nè per la maggior parte dell'Asia e dell'America settentrionale, diremo che ivi la Via Lattea copre con quasi tutta la sua larghezza il quadrilatero del gruppo carriforme di Cassiopea, intorno al quale avremo ad intrattenerci, egualmente che intorno ad altri gruppi stellari di analoga forma, nelle prossime lezioni. Di là procedendo verso Oriente, la Via Lattea avvicinasi al timone del Carro di Andromeda, passando col suo lembo occidentale a pochi gradi dalla famosa stella variabile Algol, o Meofidod (Vol. II, pag. 451, 497, 529) e col suo lembo orientale a pochi gradi dalla magnifica stella fissa Arod, o la Capretta. Questa, come già sappiamo, è una delle sei o sette più splendide in tutto il Firmamento, non ostante l'enorme di lei lontananza, corrispondente a settanta anni di luce, o quattro milioni e mezzo di volte superiore alla nostra distanza dal Sole. Nondimeno la distanza media da noi alla maggior parte delle stelle della Via Lattea è stimata di gran lunga più forte ancora che la distanza di Aròd.

Più avanti, la Galassia traversa l'Ecclittica, al punto, còme abbiam già detto, del solstizio estivo; dope di che ella accostasi al grande e splendidissimo asterismo della Croce Equatoriale, toccando quasi con un suo sperone occidentale il bel gruppo delle Pleiadi, che figurano l'aureola della Croce, poi lambendo col suo lembo occidentale la stella di prima grandezza Alpha di Orione, che forma l'estremità del braccio orientale della croce stessa, ed infine la più bella fra le fisse, Sirio, che ne figura come il piede; mentre col lembo orientale passa in vicinanza di un'altra stella di prima grandezza, l'Alpha del Cane minore, o Procione, formante colle altre due testè nominate, un notabilissimo triangolo equilatero.

Entro l' area di questo triangolo, cui ella quasi intieramente riempie, la Via Lattea ha una larghezza maggiore della sua grossezza media; tosto però ella fassi più stretta, ma tanto più bella, incominciando di qui quella di lei parte la quale è, come dissi, la più luminosa, e che termina in un altro gruppo carriforme, chiamato il Carro del sud, diametralmente opposto e simile al carro di Cassiopea, ma molto più bello.

Nel giugnere però alla più lucida stella della costellazione chiamata la Croce del Sud, la quale stella, α Crucis, insieme colle altre tre più belle stelle della stessa costellazione, forma il quadrilatero dell' anzidetto gruppo carriforme, la Via Lattea incomincia a dividersi in due rami per riunirsi tosto, formando, in questa divisione od espansione, una mirabile apertura in forma di pera. È questo un oggetto notabilissimo non solo pegli astronomi, ma ancora pel popolo, in particolare pei marinai, che le danno il ben espressivo nome di *Sacco di carbone.*

La lunghezza dell' apertura è otto gradi, cinque la larghezza: perciò il Sacco di carbone occupa sulla volta del cielo uno spazio cento dieci volte maggiore che il disco della luna, e quasi eguale a quello della gran Nube Magellanica, della quale il Sacco di carbone è il preciso contrapposto: imperciocchè la gran Nube distinguesi per la decisa superiorità della sua luce in paragone dello spazio circostante: il Sacco di carbone, per lo contrario, distinguesi per la superiorità dello splendore degli spazii circostanti in confronto allo spazio del sacco stesso, tanto che pel forte contrasto quest' ultimo sembra nero. Infatti entro questo vasto spazio trovasi una sola stella visibile ad occhio nudo, ed anche con fatica, essendo ella fra la sesta e la settima grandezza. Vi si trova ancora una certa quantità di stelle telescopiche di

undecima, dodicesima, e decimaterza grandezza, ma in numero di gran lunga minore che il numero medio di stelle telescopiche esistenti sopra un eguale spazio nel resto del cielo, mentre lo spazio che immediatamente circonda il Sacco di carbone ne contiene per ogni grado quadrato un numero di moltissimo superiore alla media.

Questo tratto della Via Lattea, ove ella con un ramo copre la così detta Croce del Sud, o quadrilatero del Carro meridionale, e tra questo e l'altro ramo abbraccia il Sacco di Carbone, è il più prossimo al Polo antartico. Ma il tronco, di nuovo unito al di là del Sacco di carbone, non rimane solitario che per breve tratto, cioè per tutta la lunghezza del timone del Carro: conciossiachè nel giugnere alla fulgidissima stella Pittagora, o Alpha del Centauro, che del timone stesso forma la estrema punta, la Galassia dividesi in due grandissimi rami, i quali rimangono quasi interamente distinti e separati per oltre un terzo di circolo massimo, cioè per una lunghezza di circa 130°. Tuttavolta essi qua e là riunisconsi anche in alcuni punti intermedii di questo lungo tragitto, per mezzo di tre o quattro propaggini o rami minori; come ne gettano eziandio dalla parte esterna, quasi ad imitazione dei contrafforti delle grandi catene di monti. Grandi catene di monti, mi è avvenuto di dire! e le montagne sono invero una gran cosa, a non considerarne che il volume in paragone di quello del corpo umano: ma qual meschina cosa sono le montagne rispetto alla intera mole terrestre! Quanto meschina cosa è la terra stessa paragonata al Sole! Quali atomi di polvere sono infine il sole e tutto il suo corteo di pianeti e di comete, a fronte della Via Lattea! Misero pugno di polvere certamente, alla stregua delle semplici dimensioni. Ciò non di meno, potrebbe ben darsi che questo pugno di lucente polvere, collocato, come meglio

vedremo in seguito, in una posizione simmetrica e quasi centrale, dentro a quell' immenso anello di stelle, avesse una posizione privilegiata, e delle più importanti in un senso morale; e ciò non solo ai nostri proprii occhi, ma nella generale Economia dell' Universo.

La reciproca distanza dei due grandi rami della Via Lattea è relativamente piccola; cioè non maggiore, in media, della larghezza cui ha la zona lattea là dove ella non è divisa.

Il ramo orientale, che è alquanto maggiore e più unito dell' altro, passa vicino alla Casa del Sagittario, traversa l' Ecclittica presso al punto del solstizio d' inverno, e dopo di aver passato anche l' Equatore, sovrapponsi alla stella di prima grandezza Adìd, ed alla sua trina, poscia al piccolo ma singolare asterismo della Freccia, del quale diremo poi, per andare infine a ricongiungersi coll' altro ramo, presso alla più bella fra le stelle di seconda grandezza, la Sibilla, o Alpha del Cigno, alla testa della Croce settentrionale.

Il ramo occidentale, staccatosi dal suo compagno presso la punta del Carro meridionale, avvicina la stella di prima grandezza Antares, o Alpha dello Scorpione; e dopo di aver traversato l' Ecclittica e l' Equatore, corre sopra tutta la lunghezza dell' asta della Croce settentrionale; alla sommità della quale esso infine riuniscesi al ramo orientale.

Di qui la Via Lattea procede unita, salvo un piccolo vano, analogo al Sacco di Carbone, ma molto meno regolare, e molto meno notato per apparente nerezza, sino al Carro di Cassiopea, dove incominciammo e dove termineremo la lunga nostra descrizione. Non era essa necessaria per apprendere a distinguere in cielo la posizione della Via Lattea: essa ben fa conoscersi da sè, quasi alla guisa di non interrotto fiume celeste, come

appunto lo chiamano gli astronomi Arabi: eccettochè la nostra descrizione può aiutare a trovar la posizione di quelle parti di lei, che pel moto diurno della terra trovansi a certe ore poco al di sopra dell'orizzonte, e quindi poco chiaramente discernibili ad occhio nudo: ma la nostra descrizione, ogni volta che sia abbastanza fissata nella mente, può esserci di grande sussidio nel riconoscere molti dei principali asterismi e delle principali stelle, mercè la loro posizione riferita alla Via Lattea. Queste medesime stelle, al ritrovamento oculare delle quali ci è così comoda guida la Via Lattea, possono dal canto loro condurci a riconoscere altre stelle, mediante la loro comune relazione a quelli e ad altri asterismi, di figura agevolissima a ricordarsi, e de' quali nelle prossime lezioni ampiamente discorreremo.

La parte più bella e più notabile della Via Lattea che possa vedersi in Europa è dalla stella Enim, alla testa della Croce del Cigno, sino alla stella Adid. Dall' ultima vocale, *i*, dei nomi topici di queste due stelle è facile il comprendere che la stagione più favorevole, in Europa, per osservare la Via Lattea, è l' estate.

Dopo aver detto della Via Lattea, immensa nebulosa complessiva, composta in maggioranza di innumerevoli mucchii globulari di stelle, e che racchiude anche alcuni gruppi tali da potersi considerare come nebule speciali, dirò ora delle nebulose minori, sparse in tutte le regioni del cielo, benchè prevalentemente in una gran zona perpendicolare alla Via Lattea, e più particolarmente ancora in vicinanza dei poli della Via Lattea stessa, ossia nei punti da lei più lontani.

Si possono dapprima distinguere le nebulose in due grandi categorie: le nebulose di forma prossimamente regolare, e le grandi nebulose irregolari, chiamate con più specifico nome *nebule*. Le prime si possono suddi-

videre come segue: 1.° nebulose già interamente risolute in istelle distinte; 2.° nebulose totalmente o parzialmente irresolubili.

Questi nomi però hanno un significato transitorio ed alquanto arbitrario. Tal nebulosa la quale ieri appariva di forma regolare, osservata in séguito con più perfetti istrumenti mostrerassi forse irregolarissima: tal altra che oggi è annoverata fra le irresolubili, domani forse verrà parzialmente o totalmente risoluta.

Per la qual cosa, ove si volesse alle nebulose applicare la nomenclatura topica, preferirei di desumerne una provisoria dalle coordinate equatoriali, distinte, come già sappiamo, nei nostri nomi, collo scrivere invariabilmente l'accento sulla penultima vocale per le stelle settentrionali, e sull'antipenultima per le meridionali. Non essendo adoperata la lettera *g* nei nomi topici di stelle ordinarie, le sillabe *ga*, *ge*, *gi*, *go* avranno i seguenti significati convenzionali:

NEBULOSE APPARENTEMENTE O PROSSIMAMENTE REGOLARI

Mucchi interamente risoluti	GA
Mucchi parzialmente o totalmente risoluti	GE
Stelle nebulose Nebulose planetarie Nebulose annulari Nebulose spirali }	GI
NEBULE, O GRANDI NEBULOSE irregolari	GO

Si porrà la sillaba *ga*, *ge*, *gi*, ecc. al principio, od in altra parte della parola, ad arbitrio, od in vista di evitare qualche cacofonìa. Invece della grandezza delle nebulose, di rado indicata o precisata nei cataloghi, la

vocale che accompagna la prima consonante significativa dell' ascension retta, o della longitudine, di dieci in dieci gradi, sarà provvisoriamente **a** per le nebulose più celebri; ed un'altra vocale qualunque per le meno celebri.

Le nebulose della prima categoria, cioè quelle che sono state interamente risolute in istelle distinte, si chiamano anche mucchii di stelle: in Inglese *clusters*. Piccolo è sinora il lor numero in paragone del numero totale di nebulose conosciute, e poste a catalogo. Fra cinque mila di queste non se ne contano che quattrocento o poco più, cui il telescopio sia riuscito a decomporre interamente in istelle.

Il più bello fra tutti i mucchi di stelle sono le Plèiadi, sei delle quali si veggono distintamente ad occhio nudo: se ne scorgono più di 200 col telescopio. Il nome topico di questo celeberrimo gruppo, può essere **Magalòb**. Le persone di debole vista, ricevendo l' impressione complessiva dello splendore di tutte, senza poterle discernere una ad una, le veggono in quella stessa forma nebulosa, o di pallido e dolce chiarore, sotto la quale gli occhi di più normale costituzione scorgono una nebulosità composta di stelle tutte telescopiche: e la loro luce riunita ha una forza incirca eguale a quella di una fra le più deboli stelle di prima grandezza. Le persone di vista ordinaria ne distinguono chiaramente sei: due di sesta-quinta grandezza; tre di quinta-quarta; una di terza-seconda grandezza, quindi molto più brillante delle altre, chiamata nella vecchia nomenclatura Alcìone, ed anche Eta Tauri: nella nomenclatura topica ecclittica, Miralòb. La di lei evidente superiorità, in mezzo alle compagne, ha suggerito la popolare e prosaica, ma espressiva denominazione di **Chiòccia**, quasichè le altre fossero i pulcini. Nella poetica Mitologia greca le Pleiadi erano sette figlie di Atlante: Maia, Elettra, Taìgete,

Astèrope, Mèrope, Alcione, e Celèno. Sei di esse ebbero degli Dei a mariti od amanti; una sola, Mèrope, sposò un mortale. Dopo la morte furono convertite secondo alcuni poeti in istelle, secondo altri in colombe: allusione più classica e graziosa di quella della chioccia e dei pulcini, all'apparente figura di uno stormo di augelli. Così il matrimonio di Merope con un mortale è forse un'altra poetica allusione alla perdita, od affievolimento della settima Plèiade.

Anticamente, e nei climi felici e sereni ove nacque l'Astronomia, se ne vedevano veramente sette. Si afferma che anche oggi le persone di più lincea vista possono scorgerne, non solo sette, ma più, fissando attentamente il gruppo delle Plèiadi, e girando in pari tempo leggermente e lentamente lo sguardo, in guisa da mirare il gruppo alquanto di sbieco, ora di qua ora di là.

Giovanni Herschell attribuisce questo curioso fatto alla poca sensibilità della parte centrale della retina. Io dubito dell'esattezza di questa spiegazione. Imperocchè insegnano gli Anatomisti ed i Fisiologi che il così detto *punto cieco*, corrispondente alla pupilla o principio esterno del nervo ottico, in ciascheduno de' due occhi, non trovasi precisamente nel mezzo della retina, ma da una parte, più presso al mezzo della faccia. La Natura ha invece providamente collocato sull'asse ottico dell'occhio, o nel mezzo della retina, la parte più sensibile di essa, chiamata la macchia gialla. La macchia gialla ed il punto cieco, di funzioni fra loro opposte, servono al sensorio comune quasi di due poli per riferirvi graficamente la posizione delle imagini degli oggetti; ma il punto cieco non toglie la visione, eccettochè in una circostanza tutta speciale, la quale si cerca apposta per dimostrare, con un facile e grazioso esperimento la natura e la posizione eccentrica del *punctum coecum*. Se

voi avete dinanzi due piccole macchie uguali, come nella sottoposta figura, e chiuso l'occhio sinistro voi fissate

■ ■

coll'occhio destro la macchia sinistra, vedrete probabilmente anche la macchia destra; ma se a poco a poco accostate l'occhio destro alla carta, sino ad una distanza quadrupla o quintupla dell'intervallo fra le due macchie, continuando a fissare la macchia sinistra, senza prestare speciale attenzione alla macchia destra, giunge un momento in cui questa sparisce. È il momento in cui il fascio di luce che parte dal di lei contorno, incrociandosi attraverso all'apertura della pupilla, va a cadere sul punto cieco. Appressando la carta all'occhio anche di più, la macchia ricomparisce. In modo analogo potete far sparire e ricomparire la macchia sinistra, guardando alla macchia destra coll'occhio sinistro.

Io attribuirei più facilmente il fenomeno delle Pleiadi, il quale d'altronde verificasi anche per altri gruppi, alla stanchezza a cui vanno soggetti tutti gli organi della maravigliosa macchina animale, ed al ravvivarsi dell'impressione, sottoponendovi altri nervi non ancora stanchi; lo che dà egualmente ragione del discernersi più di leggieri un corpo in moto, che uno immobile. Più probabilmente ancora il fenomeno di più di sette Pleiadi visibili ad occhio nudo, sarà un'illusione ottica, proveniente dalla scintillazione, ed identica a quella che fa apparire infinito il numero delle stelle visibili in tutto il cielo. Non credo però una illusione ottica il fatto che gli antichissimi Astronomi vedessero sette Pleiadi: l'at-

tribuisco o al clima più favorevole, o ad una reale variazione e indebolimento della luce di una delle sette.

Certa cosa è, che già da diciotto o venti secoli, guardando nel modo ordinario, non si distinguono più che sei Pleiadi. Di esse infatti Ovidio cantò:

« *Quae septem dici, sex tamen esse solent.* »

Questa testimonianza, unita a molti altri indizi, ci mostra come nell'antichità a noi più vicina, dico quella dei Greci e dei Romani, duravano sempre vive le tradizioni di un'Astronomia più antica; e che in due mil' anni è avvenuta pochissima variazione nell' aspetto del cielo da una parte, e dall' altra nel grado di forza e sensibilità dell' occhio umano.

Ma le due prime nebulose di cui la risoluzione siasi ottenuta col telescopio sono quella della testa di Orione, e quella del Cancro: ambedue risolute da Galileo. Il nome topico di quella del Cancro, della quale già prima ho parlato alquanto a lungo, potrebbe essere *Gafasŭbad*, derivandolo dalle coordinate equatoriali dal suo punto di mezzo:

A. R. 90° + 38° 30′;
Decl. 20° 45′, *Boreale;*

od anche *Fagab*, desumendolo dalle coordinate ecclittiche. Non hanno al certo la pretesa di esser nomi eleganti: ma possono aiutare al ritrovamento della stella anche ad occhio. Porta il pregio lo spiegar in particolare come uno qualunque di cotesti due nomi topici possa agevolare praticamente il rinvenimento dalla Nebula del Cancro; e lo fo tanto più volentieri perchè questo esempio, più sviluppato di quello che diedi nella lezione LXI, ci aiuterà a dicifrare e seguire i principali moti apparenti del Firmamento.

La consonante *g*, nell' uno e nell' altro nome, ci fa tosto comprendere che si tratta di una nebulosa, o corpo celeste di apparenza velata e vaporosa; e l' intera sillaba *ga*, nel nome equatoriale, ci indica ben anche essere stata questa nebula interamente risoluta per mezzo del telescopio, mentre il secondo *a* ci avverte esser ella una delle più famose. L' ultima vocale *a* significa esser questa una stella *invernale*, cioè tale da osservarsi più comodamente in inverno che nelle altre stagioni. Siccome poi il nome termina per consonante, fassi palese che questo è un corpo celeste settentrionale, ossia di qua dall' Equatore: non molto però; giacchè l' ultima consonante *d*, nel nome equatoriale, ci dice esser la sua declinazione fra i 20 e 30 gradi; la precedente consonante *b* la riduce fra i 20° e 21°; e la vocale *u* fra 20° 40', e 20° 50'. Le due consonanti *f s* significano un' ascension retta, di 38° più una frazione di grado, al di là dei 90° significati dall' ultima vocale *a* (Lez. LXI, pag. 447).

Ora in virtù del moto diurno della terra, questa nebulosa, del pari che qualunque altro corpo celeste il quale abbia un' eguale declinazione, sembra percorrere ogni giorno, benchè ad ore diverse, quello stesso parallello cui percorre il sole nel giorno ch' egli ha incirca quella medesima declinazione boreale di 20° 40', val a dire il 24 di Maggio. E siccome il numero di giorni in un anno è poco superiore al numero dei 360 gradi in un circolo, e perciò l' Ascension retta del sole cresce di quasi un grado ogni giorno; siccome, di più, sappiamo che l' Ascension retta del sole è esattamente zero all' equinozio di primavera, 90° al solstizio d'estate, 180° all' equinozio di autunno, 270° al solstizio d' inverno, così io posso esser certo che la Nebulosa Gafasùbad, la quale, come insegna il nome stesso, ha pros-

simamente un' ascension retta di $90° + 38°$, passerà prossimamente pel meridiano superiore a mezzanotte, *trentotto* giorni dopo il solstizio d'inverno, cioè alla fine di Gennaio. Senza altri laboriosi calcoli, guardando alle tavole dell' alzare e del tramonto del sole, nel giorno in cui egli ha la declinazione indicatami dal nome della nebulosa, trovo che essa per Bologna, e per tutti i luoghi poco lontani dal parallello di Bologna, deve stare ogni giorno invariabilmente quindici ore sull' orizzonte, e che perciò alla fine di Gennaio, epoca in cui essa culmina a mezzanotte, sorgerà a levante alle ore quattro e mezza pomeridiane, per coricarsi a ponente alle sette e mezza del mattino. Essa pertanto sarà visibile per tutta la lunghezza di quella notte, e ben anche per la maggior parte della lunghezza delle altre notti nei due mesi di Gennaio e Febbraio. Ma se essa culmina a mezzanotte alla fine di Gennaio, è certo che essa cnlminerà a mezzogiorno sei mesi dopo; e quindi sarà affatto invisibile nei mesi di Luglio e d'Agosto. Merita essa ben dunque la nostra qualificazione di stella o nebulosa invernale.

Che se ci preme di conoscere la posizione approssimativa della Nebula del Cancro, in altra ora o giorno qualunque, lo possiamo con poca fatica rilevare dal nome topico stesso. Perchè insegnandoci questo direttamente che la nebulosa passa pel meridiano a mezzanotte alla fine di Gennaio, ne segue che essa culminerà, ossia passerà pel più alto punto della sua corsa apparente, verso le undici pomeridiane a metà di Febbraio; alle dieci pomeridiane sul principio di Marzo; alle otto sul principio di Aprile; alle sei in principio di Maggio, e via dicendo; anticipando sempre di due ore ogni mese, di un' ora in un mezzo mese, di quattro minuti in un giorno. Secondo questa norma, verso il quindici di Aprile

Gafasùbad culmina alle sette pomeridiane, ad un'ora e stagione in cui il crepuscolo vespertino impedisce di vederla: ma un'ora dopo, cioè alle otto, essa troverassi 15° di là dal meridiano verso ponente, ed il crepuscolo quasi del tutto estinto non ci torrà di vederla: alle nove ella sarà altri 15° più a ponente; alle due e mezza del mattino tramonterà.

E tutta questa moltitudine di fatti, per indicare i quali in linguaggio ordinario mi son volute parecchie centinaia di parole, viene espressa con esattezza in una sola parola di quattro sillabe: *Gafasùbad;* e quasi interamente anche dall'altra più breve: *Fagàb.* Lor si può dunque ben perdonare se non hanno un suono gentile come una nota di flauto. Tuttavolta io stesso, per acconciarmi ai tempi che corrono, adoprerò sovente la nomenclatura comune anche per le nebulose, dicendo per esempio la Nebula d'Andromeda, la Nebula di Orione, la Nebulosa dei Cani da Caccia, per indicare la più celebre fra le nebulose della rispettiva costellazione. Siccome però ogni costellazione ne contiene molte, ed alcune ben anche parecchie centinaia, come la Vergine, gli Astronomi sono costretti ad individuare le varie nebulose indicandole per mezzo della rispettiva ascension retta, in gradi, ovvero in ore e minuti, e la Declinazione boreale od australe, od in luogo di essa la distanza del polo settentrionale. La lettura di tutti questi numeri concreti, coi relativi nomi generici, *Ascension retta,* sia pur anche sostituito dalla lettera *α*, letta in due sillabe, alpha; *Declinazione,* o *distanza polare,* supplita dalla lettera *δ*, leggendo *delta; boreale* od *australe*, anche compendiati nei due segni +, —, letti in altre due sillabe *più, meno; ore,* o *gradi,* e *minuti,* ecc. richiede per lo meno venti sillabe, possibilmente anche una cinquantina. È una curiosa specie di nome proprio,

altamente fastidiosa a pronunciarsi, peggio poi a doversi ripetere molte volte, faticosissima ad apprendersi, facilissima a dimenticarsi.

Tempo forse verrà che penetri anche nella testa dei Burgravi dell'Astronomia il chiodo di questa verità che un semplice nome di quattro sillabe, suscettibile di 259 milioni e 200 mila combinazioni diverse, il quale dica chiaramente tutta quella stessa roba, più qualche altra cosa ancora, sarebbe meno incomodo a profferirsi, e più facile a ricordarsi. Spunta già un pallido crepuscolo del linguaggio universale, che io osai di proporre, sedici anni or sono, e che iniziai sin d'allora con questo stesso metodo della nomenclatura topica dell'Astronomia, più recentemente da me acconciato alla riforma della nomenclatura Chimica. Sono stati fatti a quest'ora, da altri, dei tentativi isolati di applicarne il principio fondamentale alla terminologia di altre scienze, benchè, come io me l'aspettava, guastando più o meno la simmetria economica del mio sistema, e senza nominarmi.

Torniamo alle Nebulose risolubili. Uno dei più belli fra tutti i mucchi di stelle è quello visibilissimo anche ad occhio nudo nella costellazione meridionale del Toucan, vicino alla nubecula, o nube minore di Magellano. Egli è notabilissimo anche per la elegante e simmetrica distribuzione dei colori delle sue stelle. Nella parte più centrale, ove è molto pronunciato il costipamento delle stelle, esse brillano di un bel colore rosso-arancio, il quale fa un leggiadro contrasto colla candidezza delle zone esterne e concentriche.

Un altro celebre gruppo è quello che si vede presso la stella Kappa del Centauro, paragonato da Giovanni Herschel ad uno scrigno di gemme di varii colori, e di cui feci menzione in altra lezione (LXIV, pag. 515).

Senza dubbio avverrà non di rado, per un semplice

e casuale effetto di prospettiva, che una stella, realmente estranea ad un determinato mucchio, sembri tuttavia farne parte, come un arboscello posto a cento metri dalla mia finestra potrebbe apparirmi quale appartenente ad un gran bosco situato a molte miglia di distanza nella medesima direzione. Le stelle formanti parte reale di un gruppo non possono essere distanti una dall' altra che pochi milioni, od al più pochi miliardi di miriametri, come i pianeti e le comete del nostro sistema solare: ma potrebbe una stella, distante da un vero gruppo di altre stelle non dei miliardi ma dei bilioni di leghe, trovarsi tuttavia per accidente situata in modo, di quà o di là da quel gruppo, che la di lei visuale proièttisi sopra l'area dal gruppo abbracciata: ed è evidente che in tal caso quella stella è straniera al gruppo. Ciò nondimeno questa non sarà la più frequente contingenza: probabil cosa è che la maggior parte delle stelle che otticamente appartengono ad un gruppo, ne formino altresì fisicamente una parte integrante.

Secondo Herschel vi sono molti mucchi la di cui apparente estensione ha un diametro non maggiore di dieci minuti, od un terzo del diametro apparente della Luna, e che non pertanto contengono almeno cinque mila stelle agglomerate. Il mucchio vicino all' Omèga del Centauro è visibile ad occhio nudo, collo splendore di una stella di quarta o quinta grandezza, ma risolvesi cogli strumenti di maggior potenza in un prodigioso formicolaio di stelle fra la decimaterza e la quindicesima grandezza.

Citerò quattro soli esempi di nebulose parzialmente risolute:

Nome topico	Ascension retta	Declinazione
Geconàtec	180° + 16° 15′	19° 5′ *B.*
Gelirùdeb	180° + 47° 30′	2° 44′ *B.*
Genitùnef	180° + 69° 0′	36° 47′ *B.*
Mugècocbi	270° + 51° 15′	1° 34′ *A.*

Guglielmo Herschel diede il nome di *stelle nebulose* a certe nebulosità di forma circolare od ellittica, nell' interno delle quali trovansi disposte simmetricamente una o più stelle, le quali con maggiore o minor chiarezza distaccansi dalla nebulosità. A cagion d' esempio, Dugìtarce, Mugitèbof, Degimànim offrono un vaporoso disco rotondo, con un distinto centro luminoso; Gibòdytci presenta un nebuloso disco ovale con due fuochi risplendenti; Gisebàlof ha un circolo nebuloso, e dentro al medesimo tre stelle regolarmente fissate ai vértici di un triangolo equilatero. Come era facile a prevedersi, i telescopii più possenti fanno dileguarsi in parte ma non per intero la bella regolarità di cosiffatte forme, quali elle mostransi attraverso a strumenti di minor forza.

Alcune stelle nebulose, giusta le osservazioni di Rosse e di Stoney, porgono anche l'apparenza di un anello.Sarebbe un errore, a parer mio, il credere che i dischi delle stelle nebulose siano le loro atmosfere. Astri dalla settima alla nona grandezza, come sono la maggior parte delle stelle nebulose, distano probabilmente almeno un cento anni di luce, o mille bilioni di chilometri. Il diametro apparente dei loro dischi vaporosi è da 1° 30′ a 2° 30′; può dirsi in media due minuti incirca. Ora un corpo di tal diametro apparente, a tal distanza, avrebbe un diametro reale di 580 mila milioni di chilometri, od almeno centomila volte maggiore che non è

il diametro dell'atmosfera del Sole: così il volume dell'atmosfera di una di quelle stelle sarebbe mille bilioni di volte più grande che il volume dell'atmosfera solare; cosa oltremodo improbabile. È di gran lunga più verosimile che la pretesa atmosfera sia un immenso nùgolo di corpuscoli opachi, aggirantisi, secondo le leggi della gravitazione universale, attorno alla vera stella, e da essa illuminati.

Un fenomeno celeste, stretto parente di quello delle stelle nebulose, ma che sarebbe anche più difficile a spiegarsi se fosse esattamente qual ci veniva descritto, sarebbero le nebulose planetarie. Si diceva che da tutti i punti dei loro dischi rotondi od alquanto ovali, piove una luce placida, dolce, uniforme e maravigliosamente simile a quella dei pianeti. Pure è ben certo che una nebulosa planetaria è tutt' altra cosa che un pianeta. La loro immobilità relativa, la mancanza od insensibilità di un' annua parallassi, fan palese esser elleno distanti da noi molti e molti bilioni di miglia; ed a quella enorme distanza sarebbe impossibile il vedersi da noi un pianeta isolato, od una cometa. Ci vuole un grandissimo corpo luminoso per sè stesso; un vero sole, con un grandissimo numero di corpuscoli opachi ed irregolari i quali contemporaneamente prendan la luce da esso e verso di noi la riflettano, ecclissando in gran parte il disco della stella; ovvero un gran numero di piccole stelle, per noi indiscernibili ad una ad una, e disposte ad intervalli presso a poco eguali sopra un piano circolare.

La difficoltà starebbe solo nel trovare una buona ragione di quella eguale distribuzione, e nel mostrare come potrebbe sussistere la stabilità dell'equilibrio. Per fortuna però quella pretesa uniformità non è che un' illusione ottica, proveniente dalla naturale debilità del nostro organo visivo, e da quella degli strumenti artificiali. In-

fatti il Rosse, col suo colossale telescopio di Parsonstown, fra il ben picciol numero di venticinque nebulose planetarie conosciute, ne ha trovato cinque perforate, ossia annulari, con una o due stelle nel mezzo: ed anche la parte del disco che meno scostasi dall' apparenza planetaria, si scorge alquanto granulosa e chiazzata. Per esempio Ginòlurce, o la bella Nebulosa planetaria dell' Idra, sembra composta di un disco rotondo di luce tranquilla e quasi planetaria, di una ghirlanda, od anello, alquanto ovale e ristretto, contenente varie stelle o punti più luminosi; ed infine di una stella, molto più brillante di tutto il resto, nel centro. Gidèfolci, o la nebulosa planetaria del Sagittario, mostra pure un disco rotondo, di luce quasi planetaria, ma più veramente alquanto granulare nella maggior parte della sua estensione, e più viva e concentrata in sei o sette parti del disco stesso.

Dalla descrizione poc' anzi data di Ginòlurce, o Nebulosa dell' Idra, è agevole il comprendere che essa potrebbe ancora appellarsi, meglio che Nebulosa planetaria, una nebulosa annulare. Possono del pari aversi per annulari le nebulose perforate. Non meno di sette ne ha rinvenute Lord Rosse nell' emisfero settentrionale. La più celebre è la Nebulosa della Lira, di nome topico Gicàdif, situata fra le due stelle di terza grandezza Coicèfif, e Cifòdif (β, γ Lirae), la prima delle quali è stata già da noi annoverata fra le stelle periodiche variabili (*).

(*) Alla pagina 497, e sventuratamente con errore di una lettera nel nome topico: *Biocefif*, invece di *Ciocèfif*. Meglio è però ancora invertire l' ordine delle due prime vocali, per eufonìa.

Questa nebulosa ha una forma ellittica, cogli assi nel rapporto di 4:5, ed un diametro medio apparente eguale a quello di Giove. Ma quanto in realtà la nebulosa supererà in grandezza il nostro maggior pianeta! Noi ignoriamo quanto ella sia precisamente lontana da noi; ma possiamo tenere per fermo che tale distanza non è minore di tre o quattr' anni almeno di luce: non avvi prova in contrario che non possa essere anche di molte centinaia d' anni. Quanto maggiore è la distanza, dato il diametro apparente, tanto maggiori debbono essere le dimensioni reali: ora se la distanza della Nebulosa della Lira fosse anche soltanto di otto anni di luce, od incirca cento mila volte più che la distanza media di Giove dal Sole e da noi, essendo eguali i diametri medii apparenti di Giove e della Nebulosa, questa avrebbe un diametro reale cento mila volte maggiore del diametro reale di Giove. Che se la forma della Nebulosa fosse simile a quella di Giove, il volume di quella starebbe al volume di questo come il cubo di 100,000, che è espresso dall' unità seguita da 15 zeri, cioè mille bilioni, sta ad una semplice unità.

Nebulosa dell' Idra

Tutto questo spazio però è lungi dall' essere piano. La parte centrale dell' area sembra quasi vuota, non

essendo che debolmente rischiarata da alcune striscie fra loro paralelle. Herschel aveva già distinto alcune stelle nell'annello; Rosse e Bond vi han trovato una moltitudine di stelle, elegantemente disposte in due ghirlande concentriche, con un'intermedia zona vaporosa, e con luminose frangie, all'esterno. Queste frangie consistono in piccole filamenta curvate, quasi come principii di altrettante spirali. La nostra figura porge una imperfetta idea di quello stupendo spettacolo celeste; grazioso a non considerarne che le forme; sublime ove se ne consideri la reale grandiosità.

La bella simmetria della Nebulosa della Lira, di cui la nostra figura è un'imperfetta rappresentazione, ci presenta nella vasta categoria delle stelle telescopiche una vera e notabile Geuranìa, analoga a molte di quelle cui ognuno può scorgere più facilmente ed in maggior numero nelle stelle visibili ad occhio nudo, e delle quali ci intratterremo a lungo nelle future lezioni. La geuranìa di questa ellittica ghirlanda di mondi è sicuramente lontana dall'esser casuale. Le stelle componenti ciascheduna delle due ghirlande concentriche debbono al certo esser tutte disposte incirca sopra un medesimo piano, passante pel centro della Nebulosa; e ciascuna delle due curve concentriche sulle quali le stelle son disposte, come le gemme stan fisse al cerchio d'oro di una corona da regina, deve ben essere prossimamente un'ellissi, come ella apparisce agli occhi nostri: ma l'ellissi effettiva può essere di eccentricità maggiore o minore di quella che presentasi a noi. Potrebbero anche essere due veri circoli concentrici; giacchè un circolo veduto di sbieco rassembra sempre ad un'ellissi più o meno schiacciata.

Direi quasi anzi più probabile che quelle due curve sono di fatto due circoli concentrici; conciossiachè la

rivoluzione di ciascuna stella individuale, con velocità acconcia e costante, lungo il circolo rispettivo, è in genere più favorevole alla stabilità del sistema, di quello che se la rivoluzione avesse a compiersi con variabile velocità in tutt' altra curva.

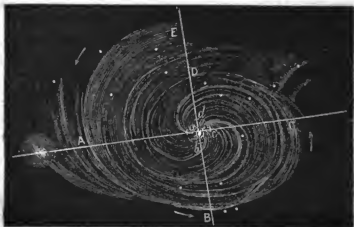
Si possono in qualche guisa considerare come nebulose regolari anche le nebulose spirali. La più celebre di tutte è quella che si osserva nella costellazione settentrionale dei Cani da caccia, vicino al timone del Carro dell' Orsa maggiore. Preciserò meglio la posizione dicendone il nome topico, *Gidabàsel.* Per alcun tempo questa nebulosa venne annoverata fra le annulari, abbia ella avuto in realtà siffatta forma, come io propendo a pensare, o gli istrumenti ottici gliene prestassero una spuria sembianza. Sono invero curiose le straordinarie vicende, reali od illusorie, cui ha sofferto questa Nebulosa. Dapprima ella apparve a Messier come una nebulosa doppia, con alcune stelle. Il gran telescopio di Herschel primo la presentò come una lucida nebulosa rotonda, circondata a piccola distanza da un alone od aureola, e vicina ad un' altra compagna meno brillante. Nel riflessore di venti piedi di Herschel secondo, Gidabàsel pareva consistere di un nucleo brillante, circondato a distanza da un nebuloso annello concentrico, come nel telescopio di Herschel padre, ma con questa novità, che nella lunghezza di un terzo incirca della sua periferia, l' annello suddividevasi in due, quasi con imitazione, la quale credevasi reale, della Via Lattea, ma che era certamente fallace: perchè la Via Lattea mostrasi divisa in due rami a chi la guarda dal centro dell' annello, come facciamo noi; perciò quei due rami allontanansi certamente dal piano generale della Galassia, uno di qua ed uno di là, quasi come stanno le due labbra della bocca semiaperta, ma possono essere, e probabilmente

sono a distanze incirca eguali dal centro dell' annello, o strato ch'egli siasi: la Nebulosa dei Cani da caccia, invece, presentavasi divisa in due rami a chi la guardava non dal centro, ma al di fuori e di fronte, ad una enorme distanza dal di lei piano: ond' è che quei due rami, tutt' al rovescio di quelli della Via Lattea, dovevano trovarsi a disuguali distanze dal centro, uno più indentro e l'altro più infuori, ma l' uno e l' altro nel piano dell' annello, come un arco di circolo, e la sua corda: o meglio come i due archi disuguali, con corda comune, nelle lunule di Ippòcrate.

La fallace somiglianza di Gidabàsel colla Via Lattea condusse ad un altro errore molto più grave ancora: fu supposto che anche le dimensioni dovessero essere poco disuguali; e se ne traevano le più esagerate conseguenze circa la distanza e grandezza delle Nebulose in generale. Si esaggeravano già alquanto, a parer mio, le dimensioni della Via Lattea. Le veniva attribuito un diametro medio di dieci o venti mila anni di luce, mentre forse il diametro vero è appena di tre o quattro mila anni. Poi si argomentava ad un bell' incirca come dirò. La distanza di una nebulosa, od altro oggetto qualunque, di cui il diametro apparente sia un minuto, è almeno tre mila e quattrocento volte maggiore del diametro reale. Questa è una verità di geometrica evidenza, e non vi è nulla da opporre. Ma, si soggiugneva, il diametro medio delle Nebulose, supposto eguale a quello della Via Lattea, è per lo meno dieci mila anni di luce; e questa era la premessa erronea. Fallace perciò era ancora la illazione che se ne cavava: dunque la distanza media delle Nebulose è almeno trentaquattro milioni di anni di luce.

La verità è più probabilmente questa. Le nebulose sono in generale di un' estensione paragonabile a quella del nostro sistema solare, comprese le comete di più

lungo periodo, ma incomparabilmente più piccole della Via Lattea. Esse distano da noi senza dubbio molti bilioni, ma non trilioni, di miglia. Noi vediamo oggi ciò che esse furono molto tempo indietro; certamente almeno tre o quattro anni fa; probabilmente qualche centinaio, fors' anche migliaio, ma non già milioni di anni or sono. Notate, vi prego, che al saggio di trecento mila chilometri per ogni battuta di polso una distanza di cento anni di luce corrisponde a circa mille *milioni di milioni* di chilometri di distanza. È già una distanza strabocchevolmente, spaventosamente, superiore alla comprensiva dell' imaginazione umana, senza bisogno di moltiplicarla a capriccio per altri milioni.

Ma era poi reale o durevole la somiglianza, almeno parziale ed in piccolo, della Nebulosa dei Cani da caccia colla Via Lattea? No. Come nel teatro, ad un fischio del direttore delle scene, la reggia sembra convertirsi in bosco, od il bosco in reggia, ed il palco scenico soffre una reale mutazione di forma, quantunque assai minore di quella che all' imaginazione degli spettatori apparisce, così lo smisurato telescopio di Rosse, con sei piedi di apertura, parve recare una radicale trasformazione alla Nebulosa dei Cani da caccia, quale ella faceva mostra di sè nel telescopio, sedici volte meno potente, ma ben grande ancor esso, di Herschel secondo. Sono rimasti i due nuclei, ma è totalmente svanita la corona annulare, non che la di lei biforcazione, e vi è subentrata qualche cosa che somiglia ad una gran chiòcciola luminosa. Il nucleo principale è attorniato da una moltitudine di spire inegualmente luminose, le quali tutte da esso nucleo partonsi e divergono sempre più nello allontanarsi che fanno da esso, curvandosi fino a compiere un' intera rivoluzione di 360°, o più, dal punto di uscita di ciascuna spira dal nucleo, sino alla di lei estremità esteriore.

Nebulosa dei Cani da caccia

Rimane tuttora il nucleo secondario; anzi alcune delle spire diramate dal nucleo principale vanno a lambire il nucleo minore. La distanza de' due nuclei è più che decupla del diametro di ciascuno di essi; e l' asse maggiore della nebulosa, la di cui forma generale accostasi qualche poco à quella di un' ellissi, è incirca il doppio della distanza de' due nuclei. Chacornac sostiene che anche dal nucleo secondario scaturiscono alcune spire, le quali vanno a riunirsi a quelle del nucleo principale. Dal lembo esterno della gran raggiera spirale, opposto al nucleo minore, partonsi pure altre spirali più brevi, quasi perpendicolari alle spire principali. Queste sono qua e là seminate di poche stelle.

Io stento, per parte mia, ad ammettere che le diverse figure osservate, in un periodo di quasi tre quarti di secolo, da Messier, dai due Herschel, da Rosse e da Chacornac, sieno semplicemente dovute alla diversità degli strumenti: è assai più probabile che abbianvi parte anche dei reali e grandi cangiamenti di forma. La conformazione descritta da Chacornac somiglia molto più

quella descritta da Rosse, malgrado la diversa forza dei telescopii, di quello che alle forme descritte dai precedenti osservatori, per la ragione che avvi minor intervallo di tempo fra le osservazioni dell' astronomo Irlandese e quelle dell' astronomo Marsigliese.

Spettacolo strano, stupendo, ma non invidiabile nè unico, è quello della Nebulosa spirale dei Cani da caccia. Non è invidiabile, in questo senso che sarebbe atto di follia o d' ignoranza l' augurarci di vivere in quel remotissimo mondo, se mondo egli è, cioè se vi sono degli animali, di che dubito. Ve ne saranno senza fine in altri sistemi innumerevoli dell' infinito Universo, e molti forse migliori e più fortunati che non siamo noi uomini terrestri: ma abitanti simili a noi non possono sussistere nelle nebulose spirali, e probabilmente in nessuna Nebulosa.

Se vi esistono degli animali qualunque, vi meneranno una vita più travagliata che i nostri, a cagione dell' orrida mutabilità di luce, di calorico, di elettricità, di attrazione e di perturbazioni reciproche, fra quei numerosi soli troppo vicini, ed in quel polverio di pianetucci e corpuscoli opachi, più vicini ancora. Il più modesto fiore che cresce sopra una zolla terrena, possiede un organismo più bello e più prodigioso che tutto il sistema della Nebulosa dei Cani da caccia.

Essa non è d' altronde, come ho già detto, un fenomeno unico nel suo genere, perchè Rosse ha veduto e descritto sino a quaranta diverse nebulose spirali. La più bella e notabile, dopo Gidabàsel, è la nebulosa spirale della Vergine.

Gidabàsel potrebbe anche considerarsi come una nebulosa doppia. Si conoscono parecchie altre nebulose doppie. Tali sono, per addurne qualche esempio, Giròdufci, la quale è composta di due eguali nebulosità cir-

colari e separate, con notabile concentrazione di luce vaporosa nel mezzo di ciascheduna: Gilosìlaf, composta parimenti di due eguali nebulosità circolari, con luce più concentrata nel mezzo, ma congiunte per mezzo di un comune segmento: Mogibèdad, Gimofimeb, ciascheduna delle quali contiene pure due nebulosità circolari e concentriche, ma disuguali, maritate però in una parte delle loro circonferenze, come Gilosìlaf.

Si può forse ancora considerare come una delle nebulose approssimatamente regolari, benchè abbia una delle forme più curiose, quella dello Scudo di Sobiesky, la quale ha press' a poco la forma della lettera greca maiuscola Ω (Omega), ma colle due zampe molto estese e disuguali. Il di lei nome topico è Gibùdenci. Un'altra celebre nebulosa, da potersi in modo dubbioso annoverare fra le regolari, sarebbe quella del Toro, la quale in origine sembrava di forma quasi perfettamente ellittica. Ora però essa ha preso il nome Inglese di *Crab Nebula*, o Nebulosa fatta a granchio, perchè nei più forti telescopii ella mostrasi con un certo numero di filamenti diramati quasi simmetricamente di quà e di là da un'asse longitudinale, e che ricordano le gambe curvilinee di quel crostaceo noto ai naturalisti ed ai gastrònomi; se non che la curva delle zampe del gambero sogliono avere la concavità rivolta all' indentro, mentre i filamenti della Crab nebula rivolgono all' asse di simmetria la loro convessità, e la concavità all' esterno. In mezzo alla nebulosità propriamente detta, scintillano parecchie stelle distinte.

Ho detto omai abbastanza, non in proporzione alla vastità della materia, ma per quanto la ristrettezza del mio quadro lo comportava, intorno alle nebulose da potersi in qualche guisa chiamar regolari, cioè tali che presentansi all' occhio nudo o nei piccoli cannocchiali

come dotate di forme simmetriche, e di piccola o moderata estensione. Veniamo ora a parlare delle nebule propriamente dette, cioè delle grandi nebulosità, quasi tutte di forme irregolari e stranissime. Siccome però le nostre attuali nozioni, anche generiche, sulle nebulose, peccano di una confusione intellettuale analoga a quella che regna nel loro stato fisico, così avverrà di leggieri che io registri nella categoria delle grandi nebule irregolari alcuno degli oggetti i quali meriterebbero più presto di andar classificati nelle altre categorie; e viceversa.

Una delle più celebri nebule è quella che si può osservare anche ad occhio nudo presso la stella ν (Ni) Andromedae, ed il nome topico della quale è Gobàtof. Il tedesco Simone Mario, che la scoperse nel 1612, due anni soli dopo le grandi scoperte astronomiche di Galileo, la descrive con una espressione pittoresca molto acconcia a dare un' idea dell' apparenza delle nebulose in generale, e di questa in particolare, come simile alla fiamma di una candela vista attraverso ad una foglia trasparente di corno. La di lei lunghezza è di due gradi e mezzo; la larghezza un po' più di un grado. Essa era dapprima annoverata fra le nebulose regolari, perchè pareva della forma di un fuso simmetrico, od ellissi molto allungata: ma Bond, col potente telescopio a rifrazione dell' Osservatorio di Cambridge, presso Bostòn in America, avente una lente oculare di 38 centimetri di diametro, le ha trovato una forma tozzuta e poco simmetrica, quasi di un orso bianco accosciato, e l' ha in parte risoluta, contandovi più di 1500 stelle distinte. Una singolare caratteristica della figura trovata da Bond, sono due striscie nerissime che la traversano, quasi paralelle fra loro ed all' asse maggiore.

La più famosa nebula però è quella che circonda la stella multipla Sibisdò, o Theta di Orione. È la più

famosa perchè è la più grande fra le visibili ad occhio nudo in Europa, e quella che anche perciò è stata più osservata di tutte le altre. Si attribuisce al grande astronomo e matematico Olandese Huygens l'onore di averla scoperta, perchè fu egli il primo a darne una descrizione abbastanza precisa. Vero è che Galileo, in quel capolavoro del Nuncio Sidereo, piccolo di mole, ma di capitale importanza nella storia dell'Astronomia, parla della nebulosa della testa di Orione, ove egli trovò più di trenta stelle; ma quella è affatto diversa dalla nebula molto più grande che trovasi sulla spada dell'imaginaria figura di Orione, e che oggi si chiama per antonomasia la Nebula o Nebulosa di Orione. Vero è altresì che egli trovò e descrisse anche alcune delle stelle telescopiche formanti parte di questa gran nebulosa, ma soltanto come parte della costellazione di Orione, senza accorgersi che esse fan parte più distintamente di una gran nebulosa: perciocchè una nebula, riconoscibile ad occhio nudo da uno che già la conosca, facilmente sfugge all'attenzione anche di un astronomo il quale guardi il cielo senza preconcetto proposito di rinvenirla.

La nebula di Orione si è presentata sotto aspetti differentissimi ai più grandi osservatori che successivamente la studiarono: Galileo, Huygens, i due Herschel, Rosse, Bond. Può molto naturalmente imputarsi la diversa figura alla diversità degli strumenti: ma Herschel primo, osservandola in varii tempi con un medesimo telescopio, credette acquistar la certezza che erano di reale e non di semplice apparenza i cambiamenti cosmici ai quali essa va soggetta: e questo fatto sarebbe intrinsecamente probabile, ancorchè non fosse dall'osservazione convalidato.

La gran Nebula di Orione, cui possiamo con nome topico ecclittico chiamare Sagobòsdo, guardata ad occhio

nudo o con piccioli telescopii, sembra una vaporosa aureola attorno ad una stella ordinaria di terza grandezza, Sibisdò, o Theta Orionis. Coi più possenti telescopii però questo medesimo Sibisdò, come già in altra lezione vedemmo, cessa dal parere una stella ordinaria, ma rivelasi una stella settemplice. Di più essa mostrasi attorniata senza simmetria da diverse pezze luminose, della forma ed apparenza di lucide nuvolette. Questo stupendo fenomeno celeste copre una superficie irregolare di una estensione doppia di quella del disco lunare. La parte più brillante di esso venne assomigliata da Herschel secondo alla testa di qualche fantastico e mostruoso animale con fauci orrendamente spalancate, e con una specie di proboscide. Rosse e Bond l'hanno verificata risolubile in mucchii stellari.

La nebula del Cigno è composta di alcune masse irregolari, una delle quali forma una striscia strettissima, traversante la stella doppia Olim, o la Theta del Cigno. Questa stella che trovasi nella Croce del Cigno, può avere una relazione soltanto casuale ed apparente colla nebula: ma parmi più verosimile che formi parte integrante principale dello stesso sistema.

Gecatèdod, o Gocàdod, sono i nomi topici di una famosa nebula che prima pareva od era annulare, ma che oggi chiamasi Dumb-bell, perchè presenta qualche rassomiglianza con un certo arnese da esercizii ginnastici, indicato dagl' Inglesi con quel nome, ed avente la forma di un orologio da polvere alquanto schiacciato. Il telescopio di Rosse ha fatto sparire in parte quella somiglianza, ed ha risoluto la nebula in molte stelle, mescolate però di apparenza nebulosa.

Eguale incirca per l'estensione alla nebula di Orione è quella che circonda la celebre e variabile stella Caisme, od Eta di Argo. Essa potrebbe quasi considerarsi come

una parte della Via Lattea, anzi della più splendida regione della Via Lattea. L'area occupata da questa nebula è stimata quattro settimi di un grado quadrato. Giovanni Herschel vi ha determinata la posizione di 1216 stelle; la maggior parte di esse dalla decimaquarta alla sedicesima grandezza: ben inteso non aver forse molte di esse colla nebulosa che una connessione di semplice prospettiva; perchè quella regione della Via Lattea è così ricca di stelle, che ne contiene in media più di tremila per ogni grado quadrato.

Terminerò omai questa lunga lezione col parlare delle Nubi Magellaniche, che sono le due più grandi nebulosità del Firmamento dopo la Via Lattea.

La maggiore delle due, chiamata ancora la Gran Nube, in Latino *Nubecula major*, è situata fra il polo meridionale dell'Equatore celeste, ed il polo meridionale dell'Ecclittica, ma più presso a quest'ultima; come può rilevarsi ancora dal suo nome topico **Fagòdsi**, desunto dalle coordinate ecclittiche approssimative del centro della Nebula. La quale però estendesi per parecchi gradi in longitudine ed in latitudine, occupando in totale un'area eguale a 42 gradi quadrati. Fagòdsi forma il vertice di un triangolo isoscele ottusangolo con Acra ed Armi. È facilissimo il riconoscerere la Gran Nube ad occhio nudo, anche quando risplende la luna. La Nube minore, la quale rimane dieci o dodici gradi più al Nord, e copre un'area di dieci gradi quadrati della volta celeste, o la quarta parte incirca dell'area della sua sorella maggiore, è pure facile a discernersi ad occhio nudo, non però quando la luna è sull'orizzonte.

Si rinvengono nelle due nubi col telescopio moltissime stelle isolate, molti mucchii stellari di forma sferica, come pure delle nebulose regolari ed irregolari. La gran Nube Magellanica contiene, ella sola, quasi trecento

nebulose distinte. Essa non è infatti che una stupenda agglomerazione di ammassi sferici formati da stelle di varie grandezze, e di nebulose irreducibili, il di cui splendore generale illumina il campo della visione, e forma come il fondo del quadro. « L'aspetto delle due Nubi Magellaniche, dice Humboldt, la brillante costellazione della Nave di Argo, la regione della Via Lattea fra lo Scorpione, il Centauro e la Croce del Sud, ed, oso dirlo, l'aspetto così pittoresco di tutto il cielo australe, han prodotto nella mia anima un'incancellabile impressione. »

LEZIONE LXVII

Ipotesi circa le Nebulose

Quasi tutte le Nebulose interamente risolute, chiamate ancora Mucchii di stelle, hanno una forma presso a poco globulare. Bello e degno di essere avvertito è questo fatto, ma non molto difficile a spiegarsi colla teoria della gravitazione universale, purchè si ammettano queste tre condizioni: che le stelle componenti il mucchio sferico sieno in grandissimo numero; ch'elleno sieno cosiffattamente disposte che le stelle appartenenti a ciascuno strato concentrico trovinsi ad intervalli presso a poco eguali; e che ognuna descriva separatamente un circolo indipendente, non già attorno all'asse del mucchio, ma attorno al centro di esso, e perciò in piani diversi. Imperciocchè dal teorema neutoniano che l'attrazione di

una sfera a strati omogenei, per un punto situato al di dentro di essa, è la medesima come se tutta la materia più lontana di lui dal centro non esistesse, ed il resto della massa fosse tutto ridotto al centro, e dall'altro teorema di Newton che il quadrato del tempo della rivoluzione di un satellite è in ragion diretta del cubo della distanza media dal centro del corpo attraente, ed in ragione inversa della massa di quest'ultimo, infine dal teorema Archimedeo che il volume della sfera è proporzionale al cubo del raggio, si trae questo semplice ma elegante corollario, cioè che per ottenere stabilità di equilibrio e di forza nel nostro supposto mucchio sferico ed omogeneo di stelle, fa di mestieri che tutte, qualunque sia la lor distanza dal centro, descrivano attorno ad esso il loro giro circolare in egual tempo. Si comprende dopo di ciò come la forma sferica degli ammassi stellari sia una delle più favorevoli alla stabilità di figura, e che perciò questa dev'essere, fra tutte le infinite forme possibili nei gruppi siderei, una delle più frequenti.

Un'altra circostanza meritevole di considerazione, ma meno facile a spiegarsi, è questa: che i mucchii di forma ovale od irregolare sono di più difficile risoluzione che le nebulose rotonde. Parrebbe più agevole a spiegarsi la circostanza contraria, ove ella si verificasse: imperciocchè l'apparente rotondità potrebbe attribuirsi alla enormità della distanza, la quale, a dimensioni eguali, deve far comparire più piccolo il gruppo: ora un oggetto luminoso, di piccolissime dimensioni apparenti, qualunque sia la sua forma reale, assume nel nostro occhio la forma rotonda, perchè la vibrazione della retina estendesi d'ognintorno dal punto direttamente percosso dalla luce ai punti vicini. Tuttavolta, se volessi avventurare una congettura, direi così: le nebule irresolubili sono

tali, non tanto per la lontananza, quanto per la piccolezza dei loro componenti. Mettete al posto di Pittagora e di Unim un sistema esteso quanto il nostro sistema solare, ma composto di uno o più milioni o bilioni di corpuscoli luminosi; essi formeranno per noi una nebulosa assolutamente irresolubile. Ora avverrà di certo una di queste due cose: o i corpuscoli gireranno attorno al comune centro di gravità presso a poco tutti in un piano, in guisa da formare uno strato circolare o non circolare, ovvero essi gireranno attorno al centro in piani molto diversi. Se girano press'a poco tutti in un piano, c'è il mille per uno che questo piano non sarà prossimamente perpendicolare alla nostra visuale, ma sensibilmente obliquo: è dunque molto probabile che ci sembrerà di forma ellittica, quand'anche egli avesse la forma perfettamente circolare: s'egli ha tutt'altra forma, non è punto probabile che la vista di sbieco trasformi la reale irregolarità in apparente regolarità.

È tempo che io dica più esplicitamente che sinora non feci, il mio parere sulla più verosimile spiegazione delle nebulosità irresolubili.

Volentieri ammetto che di mano in mano che si perfezionano gl'istrumenti, verranno chiaramente riconosciute come densi mucchii di stelle distinte, molte nebulosità le quali ora sembrano totalmente o parzialmente irresolubili: ma credo che una parte delle nebulosità già note rimarranno sempre irresolubili, e si scopriranno nuove nebulose irresolubili in maggior numero ancora, per esservi in cielo molte migliaia e forse milioni di soli circondati da pianeti incomparabilmente più numerosi e più minuti che le nostre planetoidi; e penso che a questi numerosissimi e minutissimi pianeti, o corpuscoli opachi, ma illuminati da uno o più soli ad un tempo, debbano attribuirsi le nebulosità rigorosamente irresolubili.

Le nebule irregolari, e totalmente od in gran parte irresolute, sono state il principale incentivo dell' ipotesi imaginata da Herschel, adottata da Laplace, e per l'autorità di questi due grandi astronomi rimasta in voga per più di un mezzo secolo; benchè ora fortunatamente essa cominci a perdere il credito. Una materia cosmica, nello stato aeriforme e fosforescente, sarebbe sparsa in enormi quantità e volumi per l' Universo. Tenuissimo dapprincipio, a furia di raffreddarsi, questo nebbioso gas vassi a grado a grado stringendo come il disco metallico nel torchio della zecca, tanto che ne salta fuori addirittura un bellissimo mondo solido, co' suoi sassi, alberi, bestie, uomini, e tutto. Laplace donava alla intera massa originaria anche il moto rotatorio, e spiegava come la forza centrifuga potè isolare da una gran massa centrale, che fu il sole, delle masse minori che furono i pianeti. I fisici di seconda e terza classe deliziavansi nel trovare una prova palpabile della verità dell' ipotesi di Laplace, in un ingegnoso gingillo di esperimento, fatto con una grossa goccia d' olio, la quale ha dapprima la forma di sfera, in mezzo ad una mescolanza di acqua e d' alcool; poscia facendola roteare mediante un piccolo disco introdottovi, prende dapprima una forma schiacciata ai poli, poi diventa un annello, ed infine dividesi in varii globetti, che conservano un moto rotatorio, nello stesso senso della rotazione del globo primitivo.

In quella parte della Natura che in più diretto e più sicuro modo è sottoposta alle nostre esperienze, noi vediamo la massa solida o liquida incomparabilmente superiore alla massa fluida. La massa dell' atmosfera terrestre, eguale a quella di un mare acqueo che tutta coprisse la superficie terrestre ad un' altezza uniforme di dieci metri ed un terzo, è un milione e dugentomila

volte minore della massa solida e liquida. La luna manca di un' atmosfera sensibile. Le atmosfere del Sole e dei pianeti sono per fermo una picciolissima cosa, quanto a peso o massa, in paragone dei grandi corpi cui esse circondano. La realtà delle code delle comete è impugnata: dubbia cosa è se le loro chiome, e gli stessi nuclei, sieno solidi o aeriformi. Sapete che io credo solidi i loro nuclei. Quand' anche le comete non fossero altro che gas e vapori, è certo che le lor masse riduconsi a minima cosa in confronto delle masse planetarie. Insomma, argomentando dal noto all' ignoto, se nel lontanissimo cielo presentasi a noi una forma qualunque, della quale ignoriamo lo stato fisico, evvi una forte probabilità generica, che quella pure sia solida per la maggior parte.

E qual generica probabilità evvi poi, che, ove pur esista una data massa interamente aerea ed isolata da ogni nucleo solido, cotesta massa aerea debba essere fosforescente, ossia risplendere di propria luce? Noi vediam senza dubbio varii esempii di una debole fosforescenza nei corpi solidi organici, principalmente nelle lucciole, e più in altri insetti che brillano a miriadi nelle notti dei climi tropicali; ne vediamo un esempio non meno mirabile nei milioni di molluschi microscopici che producono la fosforescenza del mare. Altri esempii meno belli ma pur notabili abbiamo di corpi organici fosforescenti nei pesci morti, in certe piante criptogame, e nei legni fràdici. Altri casi di fosforescenza noi abbiamo nei corpi inorganici, ossia minerali.

Forse tutti i corpi in generale, ma certamente in ispecie il solfato di barite, o pietra di Bologna, la creta, i marmi ed altri composti a base calcare, rimangono luminosi per un tempo considerevole dopo essere stati esposti al sole. Di gas luminosi io non conosco altro

esempio che il dàbuphri, ed il fàcuphri (Lez. XXVIII, pag. 536-539), o per dirlo in termini più vecchi, più lunghi, e meno esprimenti, il gas idrogene protofosforato ed il gas idrogene perfosforato (PH^3, P^2H^4).

Ma questi due gas non divengono luminosi che per mezzo della loro combinazione coll'ossigene, ossia per combustione, la quale è difficile o pigra nel gas idrogene protofosforato, vivissima e pronta nel fàcuphri (*). È stato supposto, non senza intrinseca verosimiglianza, che i fuochi fatui, soliti ad innalzarsi nei cimiteri e nelle paludi, con vano sgomento delle anime timide e superstiziose, non siano altro che una mescolanza di quei due gas (**).

Supponete in cielo una nebula isolata, ed unicamente composta di gas idrogene perfosforato, estesa anche molti bilioni di volte più che l'atmosfera terre-

---

(*) I due nomi atomistici rendono ragione della più facile combustione sì dell'uno che dell'altro di questi due composti. Dalla parola *dàbuphri* veggo che tre atomi (*d*), di idrogene monoatomico (*a*), sono combinati con un solo atomo (*b*) di fosforo, che è triatomico (*i*); questo è dunque un corpo sàturo; dal nome *facuphri* scorgo invece che quattro (*f*) atomi di un corpo monoatomico sono uniti a due (*c*) atomi di una sostanza triatomica: non avvi dunque saturazione, e perciò il composto è instabile.

(**) Tentai io stesso, in altri tempi, di sottoporre ad esperimento la natura ignea e chimica dei fuochi fatui; ma posteriori riflessioni mi inducono a credere di essere allora stato tratto in inganno. Persisto nondimeno a pensare come cosa probabile, che i fuochi fatui sieno una mescolanza di quei due gas, forse ancora con qualche altro principio, atto a ritardarne non solo la combustione, ma la dispersione.

stre; quella gran nebula non ispanderà una sola onda di luce, salvo che non la ricevesse da qualche altro corpo per sè luminoso. Ponetele al fianco, attorno, od in mezzo, un'atmosfara di aria comune, o di gas ossigene puro. La combustione del gas idrogene perfosforato compierassi, ma lentameute: e la luce sprigionata sarebbe milioni di volte più debole che quella del nostro sole ad egual distanza: da quelle remotissime plaghe celesti, poi, arriverebbe a noi così debole, da riuscirci appieno impercettibile, anche se gli occhi nostri fossero armati di apparecchi cento volte più colossali che quelli di Cambridge o di Parsonstown.

Queste ragioni, e le altre da me addotte in altra lezione (LX, pag. 411), non provano l'assoluta impossibilità dell'ipotesi nebulosa; nulla avvi di intrinsecamente assurdo fuorchè due via due fa cinque, o ciò che corrisponderebbe ad altri analoghi accozzamenti di parole. Vuol dire soltanto che l'ipotesi è oltremodo inverosimile, e decisamente degna d'essere rigettata.

Per parte mia non solo ricuso di soscrivermi all'opinione che fa derivare il nostro sistema dalla condensazione di una nebula propriamente detta, ossia di un gas, ma non credo che esistano nebule o nebulose, propriamente dette, se per nebula o stella nebulosa s'intende qualche cosa d'analogo alla nebbia terrestre. Credo bensì che nella maggior parte delle nebulose celesti, del pari che nel nostro sole, vi siano anche dei vapori e dei gas come ce ne prestano un indizio probabile, se non sicuro, i loro spettri rigati. Se degli astronomi di un altro pianeta del nostro sistema guardassero collo spettroscopio alla nostra terra, troverebbero molte righe anche nel di lei spettro, e direbbero giustamente che qui esistono il gas azoto, ed il gas ossigene: ma sarebbero ragionatori dappoco ove ne deducessero che la terra è una nebulosa composta di quei due gas.

Dai pianeti di un' altra stella non potrebbe vedersi la terra, neppure coi nostri più forti telescopii. Se però in qualche pianeta dell' Alpha del Centauro vi fossero degli astronomi di una natural forza visiva eguale alla nostra, ma muniti di telescopii trecento volte più potenti che quello del nostro Rosse, e se di più essi trovassero un altro perfezionamento per eliminare dal campo del loro telescopio la soverchiante luce del Sole mentre osservano Giove, questo gran pianeta parrebbe loro una stella di ventottesima grandezza, supponendo che il denominatore della progressione delle varie grandezze sia il comodo numero intero 2; cioè che una stella di ventesima grandezza, in media, risplenda il doppio di una di ventunesima grandezza, ecc. In questo caso quei remoti astronomi direbbero forse: Helios (supponiamo che essi diano questo nome al nostro sistema) è una stella doppia composta di due corpi sommamente disuguali, alla distanza di cinque minuti secondi uno dall' altro.

Se il loro telescopio fosse settecento cinquanta volte più forte che il nostro di Rosse, potrebbero vedere anche Venere; se 1500 volte, potrebbero vedere Saturno, la Terra e Mercurio, tutti e tre di splendore prossimamente eguale (Lez. XXX, pag. 424, Vol. I); ed allora direbbero forse: Helios è una stella sestupla, composta di una di primissima grandezza, una di ventottesima, e tre di trentesima grandezza. Se avessero un apparecchio ottico trenta o quaranta milioni di volte più potente di quello di Rosse, potrebbero vedere anche le nostre planetoidi, e dire: Helios è una stella nebulosa risolubile, composta di una stella centrale di primissima grandezza (il Sole) e di otto altre stelline dalla ventottesima (Giove) alla trentesima quinta, o trentesima sesta (Nettuno), con uno o più centinaia di stelluccie dalla quarantesima alla quarantesima quarta grandezza. Non intendo con ciò di

escludere che non potessero, col polariscopio o con altro mezzo, scoprire la natura planetaria di tutto questo corteo di Helios.

Infine, se possedessero un telescopio molto più perfetto ancora di quanto abbiam finora supposto, e sino al punto di poter scorgere anche la nostra luce zodiacale, essi direbbero: Helios è una stella nebulosa in parte risoluta ed in parte irresolubile.

Ed eccomi condotto a parlar qui per incidenza della luce zodiacale. L'impeto ed abbondanza del fiume, dirò così, delle idee associate che presentavansi alla mia mente, ed in pari tempo la ristrettezza delle sponde, non mi permisero di parlare più direttamente della luce zodiacale in alcuna delle lezioni sul sistema solare, che sarebbe stato più appropriato luogo per trattarne di proposito.

La luce zodiacale può dirsi, in qualche guisa, scoperta da Gian Domenico Cassini. Prima di lui ne aveva non solamente parlato, ma scritto il Childrey nella sua *Britannia Baconica*; ed assai prima del Childrey ancora, senza dubbio, milioni di persone avevano veduto quella graziosa piramide di dolce e pallida luce rosata, la quale al principio od alla fine della notte sale obliquamente sull'orizzonte sino a quasi la metà di un quadrante di circolo. La luce zodiacale forma uno splendido e perpetuo ornamento del cielo fra i tropici, nel clima delle palme e dei banani; ma è un fenomeno celeste ancor notabile e bello, benchè in minor grado, e solo in certe stagioni, nei nostri climi temperati. Milioni di persone avevano pur veduto o potuto vedere, prima di Galileo, di Simone Mario, e di Cassini, le nebulose di Orione e di Andromeda, ma pochissimi vi facevano attenzione; e quei pochissimi le confondevano con delle nuvolette qualunque in miniatura.

Così la luce zodiacale non era stata avvertita come un importante e distinto fatto astronomico, perchè veniva confusa col crepuscolo della sera o del mattino. Ci voleva la perspicacia del grande astronomo Nizzardo per verificare che la Nebula di Orione, apparentemente così piccola, è un oggetto fisso nel cielo ad una distanza migliaia o milioni di volte maggiore di quella del Sole; la luce zodiacale poi essere un altro gran fenomeno, benchè di minori dimensioni che la nebula di Andromeda, essendo tutto ristretto al sistema solare, ma pure estraneo all'atmosfera terrestre, ed incomparabilmente più esteso di essa.

Confesso che io medesimo osservai per la prima volta la luce zodiacale, tardi nella mia vita, in una sera di Febbraio 1869, traversando la vasta e malinconica solitudine del Tavoliere della Puglia. Era quella una delle epoche favorevoli per l'osservazione della luce zodiacale: perchè nei nostri climi essa non vedesi che nei giorni vicini all'equinozio di primavera, nella sera a ponente; o nei giorni prossimi all'equinozio di autunno, nel mattino, a levante.

La denominazione di luce zodiacale è bene appropriata, perchè il fuso luminoso, a cui si applica questo nome, ha sempre la sua base sull'orizzonte, nel luogo ove tramonta o sorge il sole, e stendesi all'insù obbliquamente in guisa da confondersi prossimamente, per la posizione, con una settima parte, o poco più, poco meno, della fascia dello Zodiaco; è quanto dire che l'asse della luce zodiacale non è lungi dal coincidere coll'Ecclittica. Vero è che essa ne diverge però alquanto, inclinandosi verso l'Equatore.

Se ne è tratto come conseguenza probabile, che la luce zodiacale consiste in un vasto strato od annello, avente per centro il sole, ed il di cui piano medio con-

fondesi presso a poco col piano dell' orbita terrestre. L' annello stendesi senza dubbio al di fuori dell' orbita di Venere, arrivando quasi all' orbita della terra. Quale poi sia la natura fisica della luce zodiacale, è cosa incerta. Alcuni han supposto esser ella una parte dell' atmosfera solare; ma è un' ipotesi insostenibile, e già abbandonata. L' ipotesi più probabile è che l' annello o strato zodiacale consista in uno stormo oltremodo numeroso di corpuscoli, minuti come gli aeròliti, giranti regolarmente attorno al Sole, e da esso illuminati.

Or bene: è simile a questa, o piuttosto è questa stessa l' ipotesi ch' io propongo per ispiegare la parte assolutamente irresolubile delle nebulose. Affin di dimostrare l' intrinseca probabilità di questa spiegazione, relativamente alle Nebulose irresolubili, mi conviene anticipare una parte di quanto esporrò più distesamente nelle lezioni sulla Cosmogonìa.

Il gran numero di stelle cadenti e di aeròliti, che piovono sulla nostra terra in quest'epoca di comparativa tranquillità, fa credere che ne siano piovuti con frequenza incomparabilmente maggiore in un' antica epoca di crisi cosmica. Di là trasse la sua origine fisica la mole del Sole, della terra e degli altri pianeti. Indi è parimente a ripetersi il calor centrale della terra, ed il calore superficiale e centrale del sole, tanto maggiore del calore terrestre, essendosi convertita in calorico la forza viva perduta nei reciproci cozzi, giusta il principio termodinamico scoperto pochi anni or sono.

Le stelle propriamente dette sono Soli la di cui formazione è interamente compiuta come quella del nostro: le Nebulose sono Soli in parte già formati, ed in parte allo stato nascente. Una grande porzione della materia destinata forse ad ingrossare più tardi il nucleo già formato, circola ancora attorno di esso: ma per la

enormissima moltitudine di corpuscoli, con varie velocità e direzioni, succedono de' continui urti fra loro; prima conseguenza dei quali urti è una perdita di velocità, e quindi di forza viva: la forza viva perduta trasformasi in calorico ed in luce: ma intanto la diminuita velocità va accorciando le orbite ellittiche. Perciò le varie orbite di questi corpuscoli, considerate in una lunga serie di anni, si possono considerare come altrettante spirali, che vengono infine a perdersi nel nucleo, e ad aumentarne il calorico.

La parte però già formata del nucleo ha raccolto in sè una così enorme quantità di calore, insieme colla luce non mai disgiunta dalle altissime temperature, che quegli stessi corpuscoli, o, se li volete onorare di tal nome, minuti pianeti, che in ultimo saranno inghiottiti dal nucleo, ne ricevono frattanto una gran quantità di luce, cui essi riflettono in tutte le direzioni. La luce verso di noi riverberata da tutti cotesti corpuscoli opachi, che attorniano in modo regolare od irregolare un unico sole, costituisce l' apparente aureola delle stelle nebulose propriamente dette, e delle nebulose annulari e planetarie. I bilioni di corpuscoli che vanno errando fra molti nuclei luminosi, già formati e vicini, costituiscono una nebulosa irregolare, o nebula propriamente detta. Questa stella centrale, o queste stelle centrali, alle volte rimangono scoperte agli occhi nostri; altre volte ci sono coperte dall' interposizione del denso nugolo di corpi opachi; come alle volte avviene al nostro medesimo sole, al punto di lasciar vedere le stelle a mezzogiorno. Un fenomeno di questo genere, osserva Humboldt, da non potersi spiegare nè per mezzo di nebbie, nè di ceneri vulcaniche, ebbe luogo nel 1547, e durò tre giorni, verso l' epoca della battaglia di Mülberg, favorevole a Carlo Quinto, e sfavorevole all' umanità. Questa è pure la più

probabile origine di quell' oscurità, menzionata da storici e poeti, che accidentalmente seguì la morte di Cesare.

..... Solem quis dicere falsum
Audeat? .....
Ille etiam extincto miseratus Caesare Romam,
Cum caput obscurâ nitidum caligine cinxit,
Impiaque aeternam timuerunt saecula noctem!

Tale altresì è la più verosimile spiegazione del buio che prevalse dal mezzogiorno alle tre ore pomeridiane nel dì della morte del Nazzareno. La circostanza di queste tenebre potrebbe anche essere meramente leggendaria; io però la credo più probabilmente vera. Certa cosa è che quella non fu un' ecclissi di sole, perchè si sa che era un giorno di luna piena: ora nel plenilunio non possono avvenire che delle ecclissi lunari; le ecclissi di sole non avvengono che nel novilunio.

Imaginai testè che gli astronomi di uno fra i pianeti della stella a noi più vicina osservassero il nostro sole ed i suoi pianeti. Fu pel semplice scopo di far meglio comprendere la struttura del nostro sistema, ed aprirmi la via a spiegar la natura delle nebulose. Metto dubbio invero se alcuno dei pianeti di Pittagora possa essere abitabile da una razza eguale o più perfetta della nostra; per la ragione che quella è una stella doppia, e quindi in condizioni poco propizie agli animali, se ce ne sono ne' di lei pianeti. Ma ho fatto incidentemente capire, che se ivi fossero degli uomini eguali a noi per la forza visiva, essi non potrebbero distinguere i nostri maggiori pianeti che coll' aiuto di istrumenti artificiali mille volte superiori ai nostri. Supponiamo nondimeno che essi avessero osservato il nostro Sole quando egli era in via di formazione, ed al suo compimento mancava una massa

eguale a quella del pianeta Giove. Supponiamo di più che questa massa fosse allora in un tale stato di sbricciolamento che i singoli pezzi avessero una forma sferica, con una grandezza eguale a quella di una mediocre casa, ed un diametro di quindici metri; ciò che fa una diecimillionesima parte incirca del diametro di Giove.

Secondo un principio geometrico agevolissimo a dimostrarsi, sminuzzando un corpo in un numero qualunque di parti fra loro eguali, e simili all'intero, la somma delle superficie parziali che ne nascono sta alla superficie originaria come il diametro del corpo originario sta al diametro della parte. Per la qual cosa, se io spartisco Giove in tanti globetti di un diametro eguale alla diecimillionesima parte del di lui diametro attuale, la somma complessiva delle superficie, dei mille trilioni di globetti che ne cavo, sarà dieci milioni di volte più grande che non era o non sarà la superficie dell'intero pianeta Giove. Ma il sole, per ipotesi già quasi completamente formato, e nel fervore, dirò così, della sua adolescenza, cioè col più rapido scambio delle azioni e reazioni fra l'interno e la superficie, potrà spandere già sin d'ora una quantità di luce eguale o maggiore di quella cui spargerà migliaia di anni dopo il suo compimento. Dunque se Giove, intero ed illuminato dal sole attuale, visto dalla posizione di Pittagora apparisce, come dicemmo, una stella di ventottesima grandezza, che cosa apparirebbe egli se fosse sbricciolato in tanti pezzi grandi come le nostre case, nel modo dianzi supposto, restando i pezzi alla stessa distanza attuale dal sole e da Pittagora? Essi manderebbero colà una luce dieci milioni di volte più abbondante di quella mandatavi da Giove: e se anche arrivassero ad ecclissare o mascherare quasi interamente il Sole, purchè non si ecclissassero in gran parte fra loro

agli occhi degli abitanti di Pittagora, costoro vedrebbero la moltitudine di tutti quei fragmenti quale appare a noi una nebulosa, visibile ad occhio nudo, e di luce eguale ad una stella di quinta grandezza.

Un nucleo anche molto minore del Sole attuale, ad una distanza molto maggiore, potrebbe similmente formare una nebulosa visibile ad occhio nudo, purchè la porzione mancante fosse sbricciolata in fragmenti considerabilmente più piccoli di quelli cui abbiam supposti nel precedente esempio.

Questa medesima ipotesi rende facile ragione anche del caso speciale delle nebulose spiraloidi. Poniamoci davanti alla mente da una parte l'ipotesi omai generalmente ammessa, e che io credo un fatto sicuro, della costituzione dell'annello di Saturno in tanti corpuscoli vicini ma separati; dall'altra il fenomeno della raggiera delle nuvole; e ricordiamone la spiegazione data alla fine della quarantesima quarta lezione. Qualche cosa di analogo dee avvenire ed avviene, sopra una scala immensamente più grande, nelle nebulose. Il fenomeno della raggiera delle nuvole non è quotidiano, ma raro anzichenò; e così la forma spirale non è e non può essere la più frequente nelle nebulose; infatti fra cinquemila nebulose note non ve ne sono che circa quaranta le quali abbiano una ben pronunciata forma spirale; benchè altre, in numero forse maggiore, ne mostrino qualche piccola traccia. Ma le circostanze propizie alla produzione della spiralità non possono mancare dal prodursi qualche volta, come ora vedremo, in mezzo alle molteplici combinazioni delle posizioni reciproche, assunte dai corpuscoli opachi.

Al certo questi non devono esser tutti eguali, nè tutti disposti in modo uniforme e simmetrico attorno al nucleo. Può e deve ben avvenire in certi casi che lo

strato annulare più vicino alla stella presenti molte agglomerazioni, più dense in certi punti della periferia, più rade altrove. Gli altri corpuscoli opachi, al di fuori e al di là di questo imperfetto annello, sarebbero eglino egualmente illuminati dal nucleo centrale, quand' anche ne fossero tutti egualmente lontani? No. Attraverso ai gruppi più densi, formanti parte dell' imperfetto annello, non passerà che poca luce; ne passerà una maggior quantità attraverso alle agglomerazioni più rade. Ne nascerà dunque per necessità l' apparenza di una raggiera, composta di tanti sprazzi bianchi quanti sono i vani, assoluti o comparativi, nell' annello, e di tanti sprazzi più foschi, quanti sono i pieni, o le agglomerazioni più fitte nella circonferenza dell' annello.

Questi raggi, foschi o chiari, sembreranno tutti partirsi dal centro della nebulosa; e saranno eguali o disuguali di larghezza, secondo la maggiore o minor estensione, o vicinanza, delle aperture nell' annello: saranno poi di lunghezza uguale o disuguale, secondo che il cumulo dei corpuscoli opachi trovasi disposto circolarmente attorno al nucleo, o per lo contrario senza simmetria, ed a disuguali distanze.

Ma tutti questi raggi, o sprazzi di luce, eguali o disuguali, saranno essi rettilinei o curvilinei? La prima idea che presentasi allo spirito, è ch' eglino dovrebbero essere rettilinei, conciossiachè la luce propagasi in linea retta; e tali sicuramente essi ci comparirebbero, se lo strato annulare non avesse un moto rotatorio attorno al nucleo: ma il moto rotatorio indubitatamente esisterà nei corpuscoli formanti l' annello, altrimenti l' attrazione non contrastata da alcuna forza centrifuga, li precipiterebbe in brevissimo tempo sulla stella centrale.

Quale sarà l' influenza di questo moto rotatorio sopra la forma apparente dei raggi divergenti? Sarà quella di

dare a ciascuno di essi una forma piegata, e prossimamente quella di una raggiera a spirale Archimedea; appunto la figura che noi vediamo nella nebulosa spirale dei Cani da caccia, nella nebulosa spirale della Vergine; nelle nebulose spirali di Boote, di Cefeo, del Leone, di Pègaso; e ben anche, in piccola parte, nelle grandissime nebule di Orione e di Argo.

La spirale di Archimede è generata geometricamente da un punto il quale percorre con moto equabile un raggio del circolo, nel mentre che questo raggio muovesi attorno al centro con uniforme velocità angolare; cosicchè la lunghezza del raggio vettore della spirale è sempre proporzionale all' angolo ch' egli fa col raggio nascente. Ora la luce muovesi di certo con velocità costante in tutte le parti del Cosmos. I vani dell' annello opaco della nebulosa avranno pure una velocità di rivoluzione, rigorosamente o prossimamente costante. Supponiamo, nell' annello corpuscolare, dieci vani; ne verranno dieci spirali chiare, ed altrettante spirali fosche, per contrasto. Ci basterà il comprendere come nasce uno qualunque di questi rami spirali.

Imaginiamoci che esista un simile annello di corpuscoli opachi attorno al nucleo principale della nebulosa dei Cani da caccia, e che l' annello sia cosiffatto da non lasciar passare la luce del nucleo in altro luogo che pel foro *a* (rivedete, e tenete sott' occhio la figura a pagina 574).

Per agevolare la dimostrazione, si supponga che la nebulosa sia tutta in un piano perpendicolare alla visuale. In tal caso la luce riflessa da tutti i corpuscoli che girano attorno al nucleo impiegherebbe un tempo prossimamente eguale per arrivare sino a noi; e la forma presentataci dalla nebulosa sarebbe la medesima come se la luce non impiegasse alcun tempo nel venire

di là al nostro occhio. Posso dunque imaginarmi che quanto veggo ora della nebulosa succeda in questo momento, benchè in realtà sia avvenuto molti anni sono. Non così posso figurarmi soppresso il tempo impiegato dalla luce nel correre dal nucleo alla circonferenza, se voglio essere in grado di trovare col ragionamento l'aspetto cui deve presentarmi la nebulosa, per l'effetto del suo movimento rotatorio.

Supporrò dapprima nell'annello corpuscolare *abcd* un solo vano *a*, e che questo vano, insieme coll'annello, giri con moto equabile attorno al nucleo in un periodo di quattro giorni, e nella direzione *abcd*, cosicchè il foro, dopo essersi trovato nel punto *a* quattro giorni sono, si trovasse in *b* un giorno dopo, ossia tre giorni fa; in *c* due giorni fa, in *d* un giorno fa; ed ora, compiuto il giro, sia ritornato alla primiera posizione *a*. I varii corpuscoli disseminati nello spazio di là dall'annello corpuscolare, nello stesso piano dell'annello, non possono essere illuminati che dalla luce la quale passò pel foro nel momento che questo foro trovavasi in linea retta fra essi ed il nucleo. Dunque se adesso veggo illuminati i corpuscoli *a*, *B*, *C*, *D*, *A*, son certo che la luce arrivò dal nucleo *a piccolo* in pochi momenti; al punto B grande in un giorno: al punto C grande in due giorni; al punto D grande in tre giorni; al punto A grande in quattro giorni; e per conseguenza i raggi vettori della curva *aBCDA* hanno delle lunghezze proporzionali ai numeri 0, 1, 2, 3, 4, ed agli angoli descritti dal raggio nascente *aA*. Ne scaturisce la conseguenza che la curva è una spirale di Archimede. Nella nostra figura di Gidabàsel, quale fu visto da Rosse, il rapporto del raggio vettore *aC* col raggio vettore opposto *aA* è incirca di uno a due, come porta la legge della spirale Archimedea; e ciò mostra che l'asse *AC*, passante pei

due nuclei, è incirca perpendicolare alla nostra visuale; circostanza che nella prospettiva non altera i rapporti fra le dimensioni apparenti delle parti e le dimensioni reali. Se non corrispondono direttamente alla legge della spirale Archimedea i rapporti apparenti degli altri raggi vettori, ciò proviene dall' essere il piano della nebulosa collocato di sbieco, rispetto a noi.

Gli altri corpuscoli situati sui medesimi raggi vettori, coi corpuscoli *A*, *B*, *C*, *D* da me veduti in questo momento, mi riescono ora invisibili, perchè la luce filtrata attraverso al foro *a* è già passata via da quelli più vicini al centro, e non è ancora giunta ai più lontani. Io vedrò questi ultimi più tardi; vidi gli altri già prima. E poichè l' annello è interrotto non da una sola ma da molte aperture, io vedrò al medesimo tempo altrettante spirali, ed avrò davanti agli occhi il singolare spettacolo di una raggiera a chiòcciola; tanto più che avendo una forma spirale le falde illuminate, anche le falde oscure intermedie assumono per necessità la medesima forma. I corpuscoli che trovaronsi totalmente o comparativamente oscurati al momento che partì dalla nebulosa spirale la luce dalla quale ora io sono percosso, erano stati illuminati poco prima, o lo furono dopo: io vidi ieri, od in altro giorno precedente, i più vicini al centro; vedrò domani, od in altro giorno più tardi, i più lontani dal centro; non posso vederli in questo istante; ma quando li vidi o li vedrò, fu o sarà sempre colla figura di una raggiera spiraloide, simile e quasi eguale a quella cui miro al presente. Così essa parrammi conservarsi per qualche tempo identica, avvegnachè in realtà essa vadasi continuamente mutando.

Non può esservi dubbio che la precedente spiegazione consuona a fatti e principii da non potersi impugnare. Essa, nondimeno, sembra patire due lacune, ossia

dar luogo a due obbiezioni, tendenti a mostrarla non falsa ma incompleta. Ridotta alla semplicità colla quale l' ho testè esposta, non potrebbe acconciarsi ai fenomeni delle comete: pure è intrinsecamente verosimile che le cagioni stesse le quali producono i fenomeni cometarii nel nostro sistema debbano esistere anche nelle nebulose, e, per alcune di esse, in circostanze e condizioni di assai maggiore intensità. È quindi probabile a priori che i rapporti apparenti fra le comete e le nebulose non vadano sempre disgiunti da rapporti di una più reale identità o somiglianza. Ora una completa teoria delle nebulose non dovrebbe prescindere dalla possibilità di cosiffatti rapporti reali. D'altra parte, se la luce mandata a noi dalla vastissima chioma delle nebulose spirali emana dal nucleo e viene riverberata da corpuscoli opachi, non si vede perchè le spire debbano essere quasi altrettanto luminose alla enorme distanza di tre o quattro giorni di luce dal nucleo, come in vicinanza di esso; contro all' indole della luce ordinaria, la quale si affievolisce seguendo la ragione inversa del quadrato delle distanze. Cerchiamo dunque alcun'altra spiegazione, la quale non distrugga ma completi la prima.

Nella mia adolescenza mi venne veduta una fila di giovani olmi, paralella e vicinissima ad un filare di annose quercie. Notai che i tronchi ed i rami degli olmi declinavano dalla verticale, piegandosi tutti verso la parte più lontana dalle quercie, come se quegli arboscelli fossero dotati di intelletto, e volessero evitare di andar ad intralciare le loro frondi con quelle del filare di quercie. Quale può essere, domandai a me stesso, la cagione di questo curioso fenomeno? Riflettei che la più scarsa azione del calore solare e dell' atmosfera aveva impoverito lo sviluppo dei giovani rami dalla parte ombreggiata, e che le altre frondi di ciascun

olmo, dalla parte libera, a forza di crescere più rigogliose delle loro imbozzacchite sorelle, erano divenute anche più pesanti; laonde l'effetto meccanico del peso, prevalente da una parte, non aveva potuto a meno di incurvare a poco a poco anche il giovane tronco. Soddisfatto della mia propria spiegazione, la quale parevami giusta e completa, io non ne cercava alcun'altra.

Giusta essa era; ma completa no. Infatti, allorchè studiai i principii elementari della Fisiologia vegetale, appresi che le piante hanno una naturale tendenza a volgersi verso la luce. Per convincermene da me con una facile esperienza, avendo posto in due piattelli dell'acqua con dei grani di frumento, ed in altri due piatti dell'acqua con delle lenticchie, collocai questi quattro vasi in quattro diversi posti, entro una grande stanza illuminata da altrettante finestre, due a mezzogiorno, e due a settentrione. Germogliarono in breve i semi, ed i verdi gambi crescenti inclinaronsi, in manifestissima guisa, ognuno verso la finestra rispettivamente più vicina. Cambiati di posto i quattro vasi, mutossi in pochi giorni anche la direzione delle tenere pianticelle, rivolgendosi sempre verso la parte donde ricevevano maggior copia di luce. Allora ebbi un'altra spiegazione del fenomeno degli olmi e delle quercie. La nuova però non esclude punto la prima. Sono vere ambedue, e completansi a vicenda.

Ma non appartiene alle sole piante la facoltà di prendere una particolar direzione rispetto alla luce: la luce medesima, quantunque in generale propàghisi indifferentemente per tutti i versi, tende in certi casi speciali ad incamminarsi di preferenza per una determinata via, più presto che per un'altra: o, se ciò non accade alla luce comune, avviene per fermo a qualche altra particolare specie di luce.

Vedemmo verificarsi qualche cosa di questo genere nelle aurore polari e nei serpeggiamenti angolari dei fulmini (Lez. XXXXVII, pag. 116, Vol. II); vedemmo verificarsi qualche cosa di simile anche nelle code delle comete (Lez. LX, pagine 393, 397, 414). Onde esprimere questo fatto generico in qualche modo facile a ricordarsi, ma sufficiente a prevenire la confusione delle idee, senza pregiudicare la teoria, chiamerò *raggi specializzati* quelle emanazioni luminose, dirette o riflesse, le quali per una cagione qualsiasi, nota od ignota, assumono di preferenza certe date direzioni piuttosto che altre, contro alle più comuni leggi dell'ottica. Per esempio è accaduto più d' una volta che un fulmine, scoppiato in prossimità di un albero e di una persona, ha impresso sulle di lei carni una specie di imagine fotografata delle foglie dell' albero. Questo non può essere un fenomeno di luce ordinaria. Infatti ogni punto di un corpo opaco, quali sono le foglie, suol riflettere i raggi luminosi in tutte le direzioni, e se non interviene un qualche mezzo, acconcio ad incrocicchiare e separare questi diversi raggi, essi andranno a sovrapporsi alla rinfusa in tutti i punti di una superficie ad essi esposta, nè potranvi mai formare un' imagine distinta. Formasi l' imagine distinta degli oggetti nella retina del nostro occhio, e sulla lastra sensibilizzata in fondo alla camera oscura del fotografo, primieramente perchè i fasci convergenti dai diversi punti dell' oggetto esterno, nel passare che fanno per la pupilla o per la lente di vetro, incrociansi e separansi, andando a destra quelli che vengono da sinistra, e viceversa: in secondo luogo perchè i varii raggi divergenti che partirono in un fascio conico da ciascun punto dell' oggetto, vanno bensì a colpire tutti i punti esterni della pupilla o della lente di vetro, ma tosto da divergenti che erano rendonsi convergenti per

la rifrazione dovuta alla convessità delle lenti artificiali della camera fotografica, del telescopio, o del microscopio, e così pure per la convessità delle lenti naturali, anche più ammirabili, dell' occhio umano; e vanno fedelmente a riunirsi in un solo punto nel rispettivo foco coniugato di ciascun fascio; e ciò avviene o deve avvenire precisamente sulla lastra sensibilizzata nella camera fotografica, e sulla retina dell' occhio tanto nella visione ordinaria come nella osservazione telescopica e microscopica.

L' imagine distinta può tuttavia formarsi anche senza l' artificiale decussarsi e rifrangersi dei raggi partiti dai diversi punti, se i raggi luminosi rimangono in altro modo separati, come avviene per esempio nella fotografia, sovrapponendo l' imagine negativa e semitrasparente alla carta sensibilizzata, ove deve imprimersi l' imagine positiva. Nell' imagine negativa è nero ciò che era bianco nell' oggetto ritrattato, e viceversa: ossia i chiari e le ombre sono rovesciati: ma i raggi chimici della luce solare non passano attraverso alle parti nere ed opache del negativo, e così lasciano bianca la carta di sotto; la luce passa invece più o meno liberamente pei bianchi trasparenti del negativo, e l' effetto chimico di questa luce annerisce la carta di sotto: ond' è che questa carta presenta un rovesciamento dell' imagine negativa e diventa perciò un' imagine positiva. Mancherebbe questo bel rapporto se la lastra negativa non fosse a contatto della carta positiva, conciossiachè nello spazio intermedio i raggi filtrati attraverso al negativo disperderebbonsi, ed andrebbero a produrre sulla carta una impressione confusa.

Ma in certe circostanze eccezionali ed appropriate l' imagine distinta può formarsi eziandio sopra una data superficie, senza efficace interposizione di alcun mezzo

rifrangente fra essa e l' oggetto da ritrattarsi, purchè i raggi luminosi partiti dai varii punti dell' oggetto siano *raggi specializzati*, cioè tali da non disperdersi in tutte le direzioni, ma che ne serbino una determinata e distinta per ciascuno dei punti dai quali emanano. Così avviene nel caso da me dianzi addotto in esempio, del fulmine, dell' albero, e della persona. I raggi specializzati procedono in direzioni prossimamente parallele dalla sorgente elettrica della fólgore alle varie foglie, e da queste, con direzioni convergenti a tronco di cono, riflettonsi verso l' epidermide umana, per istamparvi l' impronta dell' albero.

Non è impossibile che, per simile od analoga guisa, alcuni fasci di raggi specializzati, e di una più intensa forza luminosa che i raggi ordinarii, nell' uscire dalle fàcule del Sole sentano per così dire una chiamata prevalente verso il nucleo e la chioma di una cometa. È probabile che gli ardenti vapori eruttati dal nucleo della cometa, durante la rivoluzione plutonica provocata nell' interno del nucleo dalle circostanze altamente mutate di movimento e di attrazione esterna, trovinsi in condizioni elettro-magnetiche di gran lunga più efficaci che quelle dell' atmosfera terrestre. Possibile è ancora che i raggi specializzati del Sole, dopo essersi slanciati verso quell' atmosfera di nascenti vapori, divengano viepiù specializzati nel traversarla, e proseguano la loro strada, con direzioni alquanto cangiate ma prossimamente parallelle, verso i milioni e bilioni e trilioni di corpicciuoli opachi, erranti in tutte le parti degli spazii interplanetarii. In tal caso cotesti corpuscoli non mancheranno di rendersi fosforescenti ed a noi visibili, come il polverio illuminato dai raggi ordinarii del Sole per lo spiraglio di una finestra. Il pulviscolo cosmico, rischiarato dai raggi solari specializzati che traversano la cometa, sembra agli occhi nostri la coda della cometa stessa.

Tale è probabilmente la ragione per la quale la luce di una stella, passando per la chioma delle comete, ci sembra rafforzata, in luogo di esserne affievolita. Tale è pure la più verosimile causa della direzione della coda delle comete, quasi opposta al sole, e dell' altro certissimo fatto che, mentre il nucleo di ogni cometa assoggetta fedelmente il suo moto ai principii neutoniani della gravitazione universale, e quindi ancora alle tre leggi di Keplero, i movimenti della coda sembrano emanciparsene affatto. I corpuscoli opachi, formanti la coda di una cometa, ubbidiscono in sostanza alla legge neutoniana, come tutta la materia ponderabile, ma vi ubbidiscono ognuno per suo proprio conto, e come altrettanti piccioli pianeti indipendenti, non già come un' appendice materiale, o parte integrante della cometa.

Allorchè i corpuscoli, percorrendo la loro òrbita attorno al sole, entrano nella trave di intensa luce specializzata, o questa pel moto del nucleo passa sopra di essi, i corpicciuoli rendonsi a noi visibili; quando poi escono dalla trave di luce specializzata, ridivengono a noi invisibili, a cagione dell' esser eglino troppo piccoli e troppo radi, e la luce ordinaria troppo debole per renderli sensibili a noi: ma vengono tosto sostituiti da altri fra gl' innumerevoli corpicciuoli opachi, loro compagni; di guisa che l'apparente coda della cometa non soffre agli occhi nostri alcuna interruzione. La combinazione del moto della cometa attorno al Sole colla velocità della luce, più rapida che la velocità della cometa al perielio, ma non infinita, è per avventura una sufficiente ragione della ordinaria curva delle comete, ossia del principio di spiralità, che in esse pure esiste come nelle nebulose.

È sicuramente possibile ancora, oserei persino dire probabile, che anche la luce zodiacale provenga da raggi solari specializzati, i quali devono appunto abbondare nella zona solare delle macchie e delle facule; zona il

di cui piano medio coincide presso a poco col piano medio della luce zodiacale. Anzi lo stesso Cassini, scopritore della luce zodiacale, avvertì o sospettò già una certa dipendenza di essa dalle macchie solari.

Egualmente è probabile, a parer mio, certissimamente poi possibile, che i fasci di raggi specializzati i quali escono dal nucleo di una nebulosa, nucleo che qui fa le parti del Sole, non già quella del nucleo delle comete, làncinsi verso un certo numero di concentramenti positivi o negativi, nell'annello o strato corpuscolare più prossimo al centro della Nebulosa. Queste agglomerazioni, o piuttosto diradamenti, od altro che siano, nell'annello della Nebulosa, fanno qui la parte della chioma delle comete. La luce specializzata che pàrtesi dal sole centrale, o dal mucchio centrale di soli, nella Nebulosa, viene gettato a preferenza verso questi spiragli gazzosi dell'annello, verso gli oggetti insomma che fanno in un modo qualunque, ma in grado ancor più vivo, le parti del nucleo e della chioma delle nostre comete; e dopo avervi attinto un rinforzo di intensità, i raggi specializzati vanno ad illuminare, con piccolo affievolimento successivo, dovuto alla piccola loro divaricazione, gli altri corpuscoli opachi, situati ad una distanza di qualche ora o giorno dal centro.

Ben molte altre, e più accurate osservazioni si richiedono senza dubbio, onde porre in sodo questa teoria delle comete e delle Nebulose. Qualora la nuova ipotesi si riconosca applicabile ad una data Nebulosa spirale, e venga, in pari tempo, determinato il periodo della rivoluzione apparente di una almeno fra le spire, se ne dedurrà il tempo dalla luce impiegato per giugnere dal centro della Nebulosa ad una delle sue estremità, e quindi la grandezza reale del suo diametro. Dal diametro reale, poi, così determinato, e dal diametro apparente, che è già noto, si dedurrebbe con estrema facilità la distanza reale da noi alla Nebulosa.

Per ora noi siam ridotti a semplici congetture, ed anche fra limiti oltremodo lontani ed incerti, intorno alla distanza non pure delle Nebulose ma della maggior parte delle stelle; quindi ancora circa le generali dimensioni del Cosmos. La sola parte di esso cui possiamo vantarci di aver misurato con discreta approssimazione è il sistema solare. Gli Astronomi lo conoscono meglio di quanto la generalità degli uomini conoscono le dimensioni della loro propria abitazione individuale. Ma evvi un improvviso e grandissimo salto dalle distanze reciproche dei varii membri del nostro sistema alle reciproche distanze fra il nostro e gli altri sistemi solari. Sapete già che la distanza degli altri soli, o stelle fisse, non si conta più a milioni, ma a bilioni di leghe, ed il tempo impiegato dalla luce per arrivare a noi da quei remotissimi mondi, non più a minuti od ore, ma per anni, o secoli. La media fra le distanze delle cinque stelle di prima grandezza, delle quali conosciamo la parallassi, Pittagora, Vega, Sirio, Arturo e Capretta, è di 25 anni e mezzo: la media distanza delle altre quattro di cui conosciamo la parallassi, cioè la Polare di seconda grandezza, Fiboiàd di terza, Sòned di quarta, ed Unim di quinta o sesta grandezza, è quasi precisamente di 25 anni. Unim, o 61 del Cygno, la meno brillante fra le nove, non dista che nove anni ed un terzo. Bastano queste cifre a render probabile il supposto che la media grandezza reale delle stelle di prima grandezza apparente, è molto superiore alla grandezza media reale della maggior parte delle stelle telescopiche. Se Unim venisse trasportata ad una distanza di circa 200 anni, diventerebbe agli occhi nostri una stella di sedicesima grandezza, prossima all' estremo limite di penetrazione del gran telescopio Herscheliano. Ad ottocento, od al più mille anni, essa diventerebbe di ventesima grandezza; estremo limite di penetrazione del telescopio

di Rosse. Tuttavolta anche i due Herschel, coi loro telescopii più limitati di questo, vedendo in alcuni luoghi il fondo nero del cielo, senza alcuna nebulosità, non poterono esimersi dal convincimento che la visuale, in quei luoghi, passava netto da banda a banda lo strato stellifero, e di avere davanti a sè il buio ed il vacuo del deserto infinito. Io non sarei sorpreso ove si venisse un giorno a scoprire che la distanza da noi alle più lontane Stelle del Cosmos non oltrepassa i quattro o cinque mila anni, e quindi che il diametro massimo della Via Lattea e del Cosmos non arriva a dodici mila anni di luce, od incirca cento mila bilioni di chilometri; distanza, ad ogni modo, spaventevolmente ed inconcepibilmente grande per noi.

La distanza di milioni di anni di luce attribuita alle Nebulose è un enorme errore. Sarebbe tutt'altro che un'esagerazione, ove si trattasse delle Nebulose e delle stelle degli altri Cosmi, separati dal nostro mediante un deserto privo di etere. Onde esprimere a cifre e ad anni di luce la lontananza dei Cosmi più remoti, avrete bell'agio di figurarvi una fila di numeri, in caratteri piccolissimi, lunga un metro, lunga un chilometro, un milione, un bilione di miglia, un *milionilione* di leghe: sarà poco; eternamente poco.

Nel senso più esteso che possa darsi alla parola **noi**, il supremo, l'infinito, eterno Noi è l'Universo. Della material forma di quell'altro gran Noi, di quella nostra grandissima mansione, non a rigore, ma praticamente infinita ancor essa, cioè del presente Cosmos, parleremo più partitamente nella prossima lezione. Con essa avrà principio la trattazione sulle **Geuranìe**, che è la parte più nuova e per me la più importante della mia opera, troppo vicina a toccare omai, malgrado l'immensità del soggetto, gli angusti confini ad essa prescritti dall'avaro Destino.

ERRATA CORRIGE

Pagina	Riga	ERRORE	CORREZIONE
417	8	40 chilometri	400 metri
497	20	Biocèfif	Coicèlif
id.	*penultima*	da più	di più
501	25	quattordici	sedici
505	19	Stelle multiple e variabili	Stelle variabili
569	22	Nebulosa dell' Idra	Nebulosa della Lira
586	*Nota* (*) *linea* 2	sì dell'uno	dell' uno

INDICE DEL SESTO FASCICOLO

Prezzo d' ogni Fascicolo Lire **2, 50.**